This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

Over dit boek

Dit is een digitale kopie van een boek dat al generaties lang op bibliotheekplanken heeft gestaan, maar nu zorgvuldig is gescand door Google. Dat doen we omdat we alle boeken ter wereld online beschikbaar willen maken.

Dit boek is zo oud dat het auteursrecht erop is verlopen, zodat het boek nu deel uitmaakt van het publieke domein. Een boek dat tot het publieke domein behoort, is een boek dat nooit onder het auteursrecht is gevallen, of waarvan de wettelijke auteursrechttermijn is verlopen. Het kan per land verschillen of een boek tot het publieke domein behoort. Boeken in het publieke domein zijn een stem uit het verleden. Ze vormen een bron van geschiedenis, cultuur en kennis die anders moeilijk te verkrijgen zou zijn.

Aantekeningen, opmerkingen en andere kanttekeningen die in het origineel stonden, worden weergegeven in dit bestand, als herinnering aan de lange reis die het boek heeft gemaakt van uitgever naar bibliotheek, en uiteindelijk naar u.

Richtlijnen voor gebruik

Google werkt samen met bibliotheken om materiaal uit het publieke domein te digitaliseren, zodat het voor iedereen beschikbaar wordt. Boeken uit het publieke domein behoren toe aan het publiek; wij bewaren ze alleen. Dit is echter een kostbaar proces. Om deze dienst te kunnen blijven leveren, hebben we maatregelen genomen om misbruik door commerciële partijen te voorkomen, zoals het plaatsen van technische beperkingen op automatisch zoeken.

Verder vragen we u het volgende:

+ *Gebruik de bestanden alleen voor niet-commerciële doeleinden* We hebben Zoeken naar boeken met Google ontworpen voor gebruik door individuen. We vragen u deze bestanden alleen te gebruiken voor persoonlijke en niet-commerciële doeleinden.
+ *Voer geen geautomatiseerde zoekopdrachten uit* Stuur geen geautomatiseerde zoekopdrachten naar het systeem van Google. Als u onderzoek doet naar computervertalingen, optische tekenherkenning of andere wetenschapsgebieden waarbij u toegang nodig heeft tot grote hoeveelheden tekst, kunt u contact met ons opnemen. We raden u aan hiervoor materiaal uit het publieke domein te gebruiken, en kunnen u misschien hiermee van dienst zijn.
+ *Laat de eigendomsverklaring staan* Het “watermerk” van Google dat u onder aan elk bestand ziet, dient om mensen informatie over het project te geven, en ze te helpen extra materiaal te vinden met Zoeken naar boeken met Google. Verwijder dit watermerk niet.
+ *Houd u aan de wet* Wat u ook doet, houd er rekening mee dat u er zelf verantwoordelijk voor bent dat alles wat u doet legaal is. U kunt er niet van uitgaan dat wanneer een werk beschikbaar lijkt te zijn voor het publieke domein in de Verenigde Staten, het ook publiek domein is voor gebruikers in andere landen. Of er nog auteursrecht op een boek rust, verschilt per land. We kunnen u niet vertellen wat u in uw geval met een bepaald boek mag doen. Neem niet zomaar aan dat u een boek overal ter wereld op allerlei manieren kunt gebruiken, wanneer het eenmaal in Zoeken naar boeken met Google staat. De wettelijke aansprakelijkheid voor auteursrechten is behoorlijk streng.

Informatie over Zoeken naar boeken met Google

Het doel van Google is om alle informatie wereldwijd toegankelijk en bruikbaar te maken. Zoeken naar boeken met Google helpt lezers boeken uit allerlei landen te ontdekken, en helpt auteurs en uitgevers om een nieuw leespubliek te bereiken. U kunt de volledige tekst van dit boek doorzoeken op het web via `http://books.google.com`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06910160 2

3

John Lincklaen



Cazenovia. N.Y.

PAD
Nollet

NATUURKUNDIGE
LESSEN,

DOOR

PROEFNEEMINGEN

BEVESTIGD,

Tot opheldering van allerley dagelyks voorkomende Zaaken;

DOOR DEN HEER ABT

van Antoine

NOLLET,

Lid van de Koninklyke Akademie der Weetenſchappen van Parys en van de Koninklyke Societeit van Londen.

Uit het Franſch vertaald.

TWEEDE DEEL.

EERSTE STUKJE.

Te AMSTERDAM,
By K. VAN TONGERLO.
MDCCLIX.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
105585
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS
1899

KORTE

INHOUD

VAN DIT

STUKJE.

VYFDE LES.

Over de zamengeſtelde Beweeging en Middelpuntskragten.

Eerste Afdeeling. *De Zamengeſtelde Beweeging* . . Bladz. 1

Algemeene Wet van Zamengeſtelde Beweeging. 2

Werking der regtdraads ſtrydige kragten. 3. *Kragten die een Hoek maaken.* 5. *Hoeklyn.* 6. *Regte, ſtompe, of ſcherpe Streekhoeken.* 8. *Snelheid en Loopſtreek van 't Lighaam.* . . . 11

I. PROEFNEEMING. *Met twee regtdraats ſtrydige Beweegkragten.* 14. *Evenwigt.* . . . 15

Gevolgen. *Werking van Klembaaken, Zetſchroeven &c.* 17. *Ophyſſen met lange en zwaare Touwen.* . . . 18

II. PROEFNEEMING. *Met twee Beweegkragten die een Regten Hoek maaken.* . 19

Gevolgen. *Voorbeelden van zulk een zamengeſtelde Beweeging. Vliegwerken op Schouwburgen.* 22 *Roeien op Rivieren en ſtroomende Waters.* 23. *'t Zwemmen der Viſſchen.* 24. *'t Voortſchieten van Slangen en andere kruipende Gediertens.* 25. *'t Vliegen der Vogels.* 26. *en verſcheiden Handgreepen in de Scheepsvaart.* . . . 26

III. PROEFNEEMING. *Met min of meer ſchuinze Beweegkragten.* . . . 27

Gevolgen. *'t Werpen van iets, terwyl men met Schuit, Rytuig, of Paard voortſnelt.* 30. *'t Springen uit Schuiten en Rytuigen.* 31. *'t Schieten met Karſſeſteenen.* 31. *Zonderling geval van de Billard.* 32

Za-

Zamengeſtelde Beweeging, door Kragten veroirzaakt, die middelerwyl van Evenredigheid tot elkander veranderen. 34

IV. PROEFNEEMING. *Een Lighaam door een Waterpas en eene Loodregt werkende kragt bewoogen, beſchryft een Kromme Lyn.* . 37

Gevolgen. *De Zwaartekragt doet die bewoogen Lighaamen van Loopſtreek veranderen. Een Kogel daalt zoo dra hy uit het Geſchut komt.* 39. *Het maakzel van 't Schietgeweer doet altoos den Schoot ryzen.* 41. *Kromme lyn van 't afloopend Dakwater.* 42

V. PROEFNEEMING. *Een Kogeltje, loodregt om boog en waterpas teffens bewoogen, beſchryft een Kromme lyn.* 43

Gevolgen. *Een Matroos valt, langs een* Kromme lyn, *uit de Mars aan den voet van de Maſt neer.* 47. *Een om hoog geworpen Appel valt, volgens de zelfde Lyn, in de hand van den Ruiter, en een loodregt opgeſchooten Kogel in de Tromp van 't Geſchut.* 49

TWEEDE AFDEELING. *De Middelpunts-kragten.* . . . 51

Denkbeeld, oirſprong, en eigenſchap van een kromme Beweeglyn. 51. *Aart van den Slinger.* 55. *Middelpuntzoekende en Middelpuntſchuwende* Kragt. 57

I. PROEFNEEMING. *Vaſte Lighaamen, in een Kromme lyn bewoogen, krygen een Middelpuntſchuwende Kragt.* 59

II. PROEFNEEMING. *Vloeiſtoffen, in een Kromme lyn bewoogen, krygen een Middelpuntſchuwende Kragt,* 64

Gevolgen. *Werking der Middelpuntſchuwende Kragt in Tollen, Draaiſchyfjes.* 66. *In de Wielen van Rytuigen en Slypſteenen.* 68. *In Zonnen van Vuurwerken. In de Heſſiſche Pomp.* 68. *In Blaasbalgen en Koornwannen.* 70. *In den* Ventilator *van* DESAGULIERS. 70. *In hellende Waterbuizen.* 71. *Schroef van* ARCHIMEDES. 72. *In 't weer vereenigen van de Vogten der Thermometers.* 73. *In rondgedraaide Dieren.* 74. *In Menſchen, Ringſteeken, Schommelkoord.* . 75

Maat

Maat en berekening der Middelpuntſchuwende Kragt. 76. *Omloop en Omloopstyd.* . 77

III. PROEFNEEMING. *Als de Snelheden gelyk zyn, is de Middelpuntſchuwende Kragt als de Inhoud der Ligbaamen.* . . 80

Gevolgen. *Voorbeelden dier Proefneeming in 't wannen van Koorn.* 84. *In Draaikolken.* 84. *In Dwarlwinden.* 85. *Gevoelen van* DESCARTES *over de oirzaak der Zwaarte.* . 86

IV. PROEFNEEMING. *Proef, door* DESCARTES *uitgedagt, om de oirzaak der Zwaarte in de Ligbaamen aan te toonen.* . 87

Die Proefneeming naauwkeurig in alle haare Uitwerkzels opgehelderd en nagegaan. . 91

Gevolgen. *'t Gevoelen van* DESCARTES *over de oirzaak der Zwaarte ongegrond.* 105 *Gevoelen van den Heer* HUYGENS. 106. *van den Heer* BULFINGER. . . 108

V. PROEFNEEMING. *De Middelpuntſchuwende kragten ſtaan tot malkanderen als de wederzydſche Inhouden, Middelpunts-afſtanden en Omloopstyden.* 112

Gevolgen. *De Middelpuntzoekende Kragt in vermogen de Middelpuntſchuwende Kragt gelyk zynde, doet de Lighaamen in hun Loopkring blyven.* 119. *Voorbeeld in de Hemelſche Lighaamen.* . . 121

Middelpuntskragten, die van evenredigheid veranderen, en Kringen door haar gevormd. 123. *Denkbeeld van in zig zelve toeloopende en misloopende Kromme lynen.* 127. *Denkbeeld van een Langrond.* 128

VI. PROEFNEEMING. *Slanglyn, door middel van een Werktuig gevormd en afgetekend.* . 130

Gevolgen. *Al wat, ronddraaiende, in 't Middelpunt komt, Olie, Kaf &c., komt 'er langs een Slanglyn.* . . . 133

VII. PROEFNEEMING. *Langrond, door middel van een Werktuig gevormd.* . . 134

Ge-

Gevolgen. *Alle Hemelſche Lighaamen beweegen zig in Langronden.* . . . 136

ZESDE LES.

Over de Zwaarte der Lighaamen.

Zwaarte der Lighaamen en derzelver oirzaak. 139. *Gevoelen van* ARISTOTELES, *van* NEWTON *en de bedendaagſche* Newtonianen. 140. *van* GASSENDI, DESCARTES. 141. *Haar Verſchynzels beter bekend dan haar oirzaak.* 143

EERSTE AFDEELING. *Over de Verſchynzels, waar in de Zwaarte alleen werkt op het Lighaam.*

Onderſcheid tuſſchen Zwaarte en Gewigt. 144. *Denkbeeld van Zwaarte.* 145. *Zoortelyke Zwaarte.* 146. *Alle bekende Lighaamen hebben Zwaarte.* 147

I. PROEFNEEMING. *Rook en Damp hebben Zwaarte.* 149

Gevolgen. *Onderzoek over de Dampen en Uitwaaſſemingen.* 154. *Oirzaaken, die hen losmaaken.* 155. *Oirzaaken van 't klimmen der Dampen.* 162. *Geen zoortelyke ligtheid.* 163. *Geen vorming tot Blaasjes,* 164. *of uitzetting door middel van Warmte.* 166. *Giſſing van den Schryver.* 168. *Reden, waarom ze hangen blyven, of weêr naar beneden vallen.* 173

Geen Lighaamen zyn Natuurlyk ligt. 174. *Loopſtreek der Zwaarte.* 175. *Kragtgraad der Zwaarte* 178. *Zy werkt in alle Lighaamen, zonder onderſcheid van Gewigt, eveneens.* . . 179

II. PROEFNEEMING. *Alle Lighaamen vallen even ſnel neer in 't Ydel.* . . 181

De weerſtand der Lugt vertraagt den Val. 184. *Die weerſtand is evenredig aan den Inhoud of 't Gewigt van 't vallend Lighaam.* . . 185

Gevolgen.. *Dit Grondbeginzel beweezen door middel van Slingers.* 188. *Door een loodregten Val uit een groote Hoogte.* 189. *Proefneemingen van den Heer* DESAGULIERS. . . 190

't Val-

't Vallen van Water, dunne Spaanders, Papierſnippers, Veeren, Sneeuw, Regen. . 191

III. PROEFNEEMING. *Water valt in 't Ydel als een hard Ligbaam.* . . 193

Gevolgen. *De Kwik van den Barometer ſtuit op de Buis en kan ze breeken.* , . 195

Tyd verandert de Zwaarte niet. 196. *Maar verſchil van plaats brengt verſchil in de Zwaarte.* 199. *Het Middelpunt der Aarde is het algemeen Zwaartepunt.* 200. *Zwaarte der Ligbaamen in de Maan.* 201. *Ontdekkingen van* NEWTON. 202. *De Zwaartekragten neemen af, naar maate dat de Vierkanten der Afſtanden toeneemen.* 206. *Denkbeeld van die Eigenſchap.* 207. Aantek. *Onderſcheid in de Zwaarte op hooge Gebergten.* 208. 209. Aant. *De Zwaarte kleinder onder den Evenaar dan by de Aspunten.* 211. *Ontdekking van den Heer* RICHER. 212. *De Slinger traager by den Evenaar.* 213. *De gedaante der Aarde niet volmaakt klootrond.* 214. *Aart der Zwaartekragt, zo de Aarde ſtilſtondt.* 215. *Derzelver aart nu*

de

de Aarde omwentelt. 216. *De Middellyn van haar Evenaar langer dan haar As*. 218. *Proefneeming met een Ligbaam, dat een knolronde gedaante door Omwenteling aanneemt*. 219. *Stelling van* NEWTON *en* HUYGENS, 220. *beveſtigd door de Meetingen in Lapland en Peru*. . . . 221

Verſchil der Zwaarte door uitwendige oirzaaken. 222. *Het Gewigt altyd het zelfde*. 223. *Maar de Zwaartekragt neemt in den Val door verſnelling toe*. 224

IV. PROEFNEEMING. *De Val der zwaare Ligbaamen is een verſnelde Beweeging*. . 225

V. PROEFNEEMING. *De Verſnelling in den Val is evenredig aan deszelfs Hoogte*. . 227

Gevolgen. *Hoe grooter Hoogte van vallende Ligbaamen, hoe zwaarder Val*. 229. *Een grooter Gewigt, uit een kleinder hoogte vallende, doet de zelfde kragt* 229. *Heiën van Paalen, Anker- en Yzerſmeederyen*. . . . 230

VI. PROEFNEEMING. *Voortgang en evenredigheid der Verſnelling in vallende Lighaamen.* 233. *De Snelheden zyn in getal gelyk aan de Tyden van den Val.* 234. *De afgeloopen Wegen neemen toe in grootte als de oneven Getallen*, 237. *en zyn, van 't begin des Vals afgerekend, als de Vierhanten der Tyden.* 239. *Een gevallen Ligbaam klimt weer tot de zelfde hoogte*, 239. *en wordt, volgens de zelfde Wetten vertraagd.* 240. *De Wetten der Beweeging in vallende Ligbaamen kortelyk overgeloopen en opgehelderd.* 241. Aant. *Val van een Ligbaam in de eerſte Sekonde.* Aantek. . . 245

Gevolgen. *De weerſtand der Lugt maakt uitzondering in die Wetten*, 242. *vermindert de ſnelheid der vallende Ligbaamen*, 248. *en verandert ze allenskens in een gelykvormige beweeging*; 249. *als in ſtukjes Papier, Hagel, Regen, Sneeuw.* 250. *Nut van dien weerſtand en uitrekening van de kragt van vallende Regen en Hagel, indien dezelve geen plaats hadde.* Aantek. . . 251

Weerſtand der Lugt vermeerdert de Vertraaging der om boog geworpen Ligbaamen, 252. *en te ſterker, naar maate dat dezelve ligter zyn.* . . 253

TWEE-

de Aarde omwentelt. 216. *De Middellyn van haar Evenaar langer dan haar As*. 218. *Proefneeming met een Ligbaam, dat een knolronde gedaante door Omwenteling aanneemt*. 219. *Stelling van* NEWTON *en* HUYGENS, 220. *beveſtigd door de Meetingen in Lapland en Peru*. . . . 221

Verſchil der Zwaarte door uitwendige oirzaaken. 222. *Het Gewigt altyd het zelfde*. 223. *Maar de Zwaartekragt neemt in den Val door verſnelling toe*. 224

IV. PROEFNEEMING. *De Val der zwaare Ligbaamen is een verſnelde Beweeging*. . 225

V. PROEFNEEMING. *De Verſnelling in den Val is evenredig aan deszelfs Hoogte*. . 227

Gevolgen. *Hoe grooter Hoogte van vallende Ligbaamen, hoe zwaarder Val*. 229. *Een grooter Gewigt, uit een kleinder hoogte vallende, doet de zelfde kragt* 229. *Heiën van Paalen, Anker- en Yzerſmeederyen*. . . . 230

VI.

VI. PROEFNEEMING. *Voortgang en evenredigheid der Verſnelling in vallende Ligbaamen.* 233. *De Snelheden zyn in getal gelyk aan de Tyden van den Val.* 234. *De afgeloopen Wegen neemen toe in grootte als de oneven Getallen,* 237. *en zyn, van 't begin des Vals afgerekend, als de Vierhanten der Tyden.* 239. *Een gevallen Ligbaam klimt weer tot de zelfde hoogte,* 239. *en wordt volgens de zelfde Wetten vertraagd.* 240. *De Wetten der Beweeging in vallende Ligbaamen kortelyk overgeloopen en opgehelderd.* 241. Aant. *Val van een Ligbaam in de eerſte Sekonde.* Aantek. . . 245

Gevolgen. *De weerſtand der Lugt maakt uitzondering in die Wetten,* 242. *vermindert de ſnelheid der vallende Ligbaamen,* 248. *en verandert ze allenskens in een gelykvormige beweeging;* 249. *als in ſtukjes Papier, Hagel, Regen, Sneeuw.* 250. *Nut van dien weerſtand en uitrekening van de kragt van vallende Regen en Hagel, indien dezelve geen plaats hadde.* Aantek. . . 251

Weerſtand der Lugt vermeerdert de Vertraaging der om boog geworpen Ligbaamen, 252. *en te ſterker, naar maate dat dezelve ligter zyn.* . . 253

TWEE-

Gevolgen. *Denkbeeld van den Slinger en deszelfs Slingering.* 285. *Enkeld, zamengeſtelde Slinger.* 287. *Beweegpunt, Slingerpunt, en Denkbeeld van zyn Beweeging.* 288. *Evenredigheid tuſſchen de Langte van den Slinger en den tyd der Slingeringen.* 290

IV. PROEFNEEMING. *De voornaamſte Eigenſchappen van den Slinger door Proeven geſtaafd en opgehelderd.* . . 294

De Val langs de Spanlyn duurt langer dan langs den onderſpanden Boog. . . 297

Gevolgen. *Nut en gebruik van den Slinger.* 299. *Slinger van* GALILÆI. 300. *Door* HUYGENS *verbeterd.* 301. *Denkbeeld van een Slinger-Uurwerk.* 302. *Gebruik van den Cirkeltrek in Slingerwerken.* 305

Veranderingen in den Slinger door Warmte en Koude. 308. *Verandering door verſchil van Plaats en Landſtreek.* 309. *Langte van den Sekondeſlinger op verſcheide plaatzen.* Aant. . . 313

Tweede Lid. *De Werpkunde. Van de Beweeging der Lighaamen, door de Zwaarte en door een werkzaame en gelykvormige kragt veroirzaakt.* . 317

Werpkragt. 317. *Werpkragt, die loodregt opwaarts ſtrekt.* 318. *Werpkragt van een waterpas Beweegſtreek.* 320. *Werpkragt van eenige andere ſchuinze Loopſtreek.* 321. *Werpkragt, de loodregte uitgezonderd, vormt met de Zwaartekragt een Brandſnede.* 321. *Zelfs ook de Loodregte door de Omwenteling der Aarde.* 322. Aant. *Deze Brandſnede is nooit volmaakt.* . . . 323

V. PROEFNEEMING. *De Loopſtreeken van loodregte, waterpas en ſchuinze Werpkragten, door 't ſpuiten met Kwikzilver aangetoond en geſtaafd.* 326

Gevolgen. *Gronden van Busſchietery en Werpkunde; ſchieten van Kanonkogels; werpen van Bommen.* 330. *Nader Opheldering dier Gronden; Aart der Werphoeken, Verheid, Hoogte, Tyd, Valkragt en Weg van den Werp.* Aant. *Juiſtheid der*

Treffing en hoogſte trap van naauwkeurigheid in 't Bomwerpen. Aantek. . . 336

I. BYVOEGZEL.

Gemeenzaame Voorbeelden van Zamengeſtelde Beweeging.

Aart en Werking dier Beweeging door Voorbeelden opgehelderd. 339. *Het wrikken der Zeelieden.* 342. *Aart en Ontbinding der ſchuinze Beweegkragten.* 345. *Gierbruggen.* 348. *Gierſchouw.* . 354

Het zeilen en laveeren van Schepen. 361. *Regt voor den Wind;* 361. *met een ruimen Zywind;* 362. *met een vlakken Zywind;* 366. *ſcherp by den Wind.* 367. *Het weegen met Praamen; het trekken der Jaagſchuiten, &c.* 371. *De Windmolens.* 372. *Watermolens.* . . . 380

II. BY-

II. BYVOEGZEL.

Ontdekkingen omtrent de Gedaante der Aarde.

De Aardbol volmaakt Klootsrond begreepen. 382. *Waarneeming van* RICHER. 383. *Gedagten van de Heeren* NEWTON *en* HUYGENS. 384. *Gedaante van Jupiter.* 388. *Denkbeeld van de Middaglyn en Middagcirkel.* 389. *Hoogte der Starren.* 391. *De Toppuntslyn.* 392. *Zenith en Zeniths afſtand.* 394. *Boog en Graad des Middagcirkels.* . 396

Meeting van den Hoek der Toppuntslynen, of van den begreepen Boog. 398. *Maatneeming van deszelfs langte op de oppervlakte der Aarde.* 401. *Vorming van een reeks Drieboeken.* 402. *Meeting der Grondlynen.* 403. *Overbrenging tot de Middaglyn.* 404. *Berekening van de langte voor yder Graad.* 405

Wiskonſtige zekerheid en juiſtheid deezer Werking. 406. *De Loodlyn ſtaat altyd en overal loodregt op de oppervlakte der Aarde.* 408. *De Starren hebben geen onbekende en ongeregelde Beweeging.* 412. *De Aarde is niet ongeſchikt en ongelykvormig van gedaante.* . . . 417

INHOUD VAN DIT STUKJE.

Meeting der Ouden. 418. *Maat van* SNELLIUS, 420. *door* MUSSCHENBROEK *verbeterd.* 421. *Maat van* NORWOOD; *van* RICCIOLI. 423. *van* PICARD. 424. *Nieuwe Meetingen.* 426. *Maat van* CASSINI. 427. *Ongelykheid der Graaden ontdekt.* 429. *De Aarde langwerpig of Eirond onderſteld.* 431. *Verſchil der Graaden met een Klootronde of langronde Aarde.* 432. *Afneemende Graaden geeven een verlangden, waſſende een geplatten Aardbol.* 434

Nadere Meetingen. 436. *Maat van* MAUPERTUIS. 437. PICARD *verbeterd.* 439. *De Aardkloot plattig of Knolrond bevonden.* 440. CASSINI *verbeterd.* 441. *Nieuwe Meetingen van* CONDAMINE. 442. *Knolronde gedaante der Aarde beweezen.* 445. *Maat der Platting onzeker.* 445. *Regelmaatigheid der Gedaante twyfelagtig.* 446. *Meetingen van* DE LA CAILLE *aan de Kaap.* 448. *Nieuwe Meetingen in Italie.* . 450

VER-

VERKLAARING
DER
PLAATEN.

VYFDE LES.

Plaat I.

Figuur 1. Voorbeelden van Zamengeſtelde Beweeging.

A *een Schuit*, *die* door twee Beweegkragten, de *Mannen* C en D, elk in een verſchillende Loopſtreek, voortgetrokken wordt,

AB de ſtreek, die de Schuit houdt in 't midden van de Vaart.

P, Schuit, die over een ſnelloopende Rivier geroeid wordt.

PF, Streek, die hy opgeroeid wordt.

PR, Streek, die hem de kragt des Strooms doet beſchryven.

S, de Plaats, daar hy landen zou, zo hy dwars over, volgens de Streek PR, geroeid was.

Fig. 2. Zamengeſtelde Beweegingen, in verſcheide wyzen op 't Lighaam M werkende.

AE, Beweegkragten, die regtdraads ſtrydig tegen elkander aan werken.

B en F, C en G, D en H; Beweegkragten, wier Loopſtreeken met elkanderen een Hoek maaken, en zig in M kruiſſen; als B*b*, F*f*.

N, Beweegkragten, die zamenloopen en geen merkelyken Hoek maaken. Deeze beide zamenwerkende, zouden een dubbel uitwerkzel uitleveren en het Lighaam M tot aan K brengen.

A M en E M, gelyk zynde, vernietigen elkander en 't Lighaam M blyft in ruſt. E M, een derde grooter zynde dan *a* M, dryft het Lighaam een derde naar *a* voort.

B M F O, Raam, wiens zyden B M en F M het vermogen en ſtreek van de Beweegkragten B en F uitdrukken, en 't Lighaam M de Hoeklyn M O doen afloopen.

C M G L, Raam, wiens zyden C M, G M de Beweegkragten C, G te kennen geeven, en 't Lighaam langs de Hoeklyn M L voeren.

D M H I, Raam, wiens zyden D M, H M de kragten D, H uitdrukken, en 't Lighaam deszelfs Hoeklyn M I doen beſchryven.

Fig.

Fig. 3. Opheldering van de Werking der Zamengeſtelde Beweeging, en 't beſchryven van de Hoeklyn door 't Lighaam M.

MC, MG, Lynen, die beide even lang en regthoekig op malkander ſtaande, de Beweegkragten C en G, beide even groot, en volgens MC en MG werkende, uitdrukken.

a, *b*, *c*, *d*, *e*, C, Gedeelten van den Weg, die het Lighaam M door de Beweegkragt C van tyd tot tyd nederwaarts getrokken wordt, terwyl het door G op den zelfden tyd langs 1, 2, 3, 4, 5, 6 wordt voortgetrokken.

b, *k*, *l*, *o*, *p*, *n*, Stippen van de Hoeklyn, die het Lighaam M door zyn zamengeſtelde Beweeging op 't eind van yder tyd bereikt, en den eenen voor, den anderen na doorloopt.

Fig. 4. Afbeelding van de zelfde Werking, alleen met dit onderſcheid, dat hier de Lynen niet even lang zynde, gelyk in de voorgaande *Figuur*, de Beweegkragten ongelyk zyn aan malkander; en daar door de Hoeklyn of Loopſtreek van 't Lighaam niet van beide even ver verwyderd blyft, maar de langſte Lyn of ſterkſte Beweegkragt 't naaſt komt.

Fig. 5. Zamengeſtelde Beweeging, wanneer de Beweegkragten een ſtompen Hoek maaken.

PR, PQ, ongelyke Lynen, de aan elkander ongelyke Beweegkragten verbeeldende, en derzelver Neigingen of Loopſtreeken.

RPQ, ſtompe Hoek, door de Loopſtreeken der twee Beweegkragten gemaakt.

PS, Hoeklyn, die 't Lighaam beſchryft.

P*t*, Hoeklyn, die 't Lighaam zou beſchreeven hebben, indien de Hoek regt, als RPT, geweeſt ware.

S*t* of QT, Maat van 't geen de Beweegkragt PR door de ſchuinze tegenwerking van PQ in haar uitwerkzel benadeeld is.

Fig. 6, Zamengeſtelde Beweeging, wanneer de Beweegkragten een ſcherpen Hoek maaken.

XV, XY, de ongelyke Beweegkragten en derzelver Neigingen.

VXY, ſcherpe Hoek, door de Loopſtreeken dier twee Beweegkragten gemaakt.

X*u*, Hoeklyn, door het Lighaam X beſchreeven.

XZ, Hoeklyn, die 't Lighaam zou beſchreeven hebben, zo de Hoek regt was, als VXy.

Z*u* of yY, Maat van 't geen de Beweegkragt XV door de ſchuinſe medewerking van XY in haar uitwerkzel bevoordeeld is.

Plaat

Plaat 2.

Figuur 7 vertoont een Tafeltje, waarop de Proeven gedaan zyn over de Werking der regtdraads ſtrydige Beweegkragten.

A, B, twee Katrolletjes, op den rand van 't Tafeltje vaſt gemaakt.

CAE, CBD, twee Koorden, die over deze Katrolletjes loopen.

C, het beweegbaar Lighaam, daar beider een end aan vaſt is.

D, E, *Gewigtjes, die* aan derzelver andere enden *hangen.*

Fig. 8. Een loodregt ſtaande Vlak, waar op de Loop vertoond wordt van een Lighaam, door twee gelyke kragten, die een regten Hoek maaken, bewoogen.

H, een Spilletje, waar aan het eene end vaſt is van den Draad, die over het Katrolletje G loopt, en het Gewigt F aan zyn ander einde heeft hangen.

G, beweegbaar Katrolletje, dat over twee evenwydige Draaden, die in H en in I vaſt zyn, voorwaarts en van G naar I loopen kan.

I, Katrolletje, waar over de Draad IG loopt, waar mede G voorwaarts getrokken wordt.

Dewyl het end van den Draad, daar F aan hangt, in H vaſt blyft, ryſt F, naar maate dat G voorwaarts gaat, om hoog, en beſchryft, de punten, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, doorloopende, de Hoeklyn FI.

Fig. 9. ABCD, Billardtafel. Voorbeelden van Zamengeſtelde Beweeging door ongelyke en ſchuinze Beweegkragten veroirzaakt.

EF, Vleugels, die aan het regt op ſtaand Raam vaſt zyn en draaien kunnen, om met de Lyn HI hoeken naar welgevallen te maaken, en de twee Hamers zulk een rigting te geeven als men verkieſt.

G, Punt, daar de Hamers aan hun beugels hangen, waar op ze draaien, en langs de Boogen, HE, HF, min of meer opgevoerd, met meerder of minder ſnelheden op den Bal H vallen.

HM, HI, HB, HK, HN, Lynen, welke de Bal in verſcheide gevallen, naar maate van de verſchillende ſnelheden en rigtingen der Hamers, zal afloopen.

Plaat

Plaat 3.

„ 10. Zamengeſtelde Beweeging, door kragten, wier evenredigheden tot elkander veranderen.

M, 't Lighaam, door twee Beweegkragten, waterpas M*c* en loodregt M*f* voortgedreeven.

Ma, ab, bd, de, eh, hc, gelyke Wegen, die het op yder oogenblik door de waterpas werkende kragt zou afloopen.

M*a*, *ab*, *bc*, *bd*, *de*, *ef*, ongelyke Wegen, die het yder oogenblik door zyn Zwaarte nederwaarts gedrukt wordt.

M1, 12, 23, 34, 45, 56, Hoeklyntjes, welke het door die Zamengeſtelde Beweeging yder oogenblik beſchryft, en die met malkander de Kromme lyn M 6 maaken.

Fig. 11. Werkſtuk tot het doen eener Proefneeming, die het Voorſtel van de voorgaande *Figuur* zigtbaar vertoont.

ABC, ADF, twee regtſtandige Vlakken, waar van het gedeelte AB, boogswyze uitgehouwen, een ſoort van Goot tuſſchen beiden heeft, daar men een Metaalen Bal in 't gat by A laat invallen, en langsrollen tot in B.

EF,

E, F, Ringen, daar de Bal door ſpringt.

B D is verdeeld in drie gelyke Deelen, 1, 2, 3. B C in drie ongelyke, 1, 2, 3, die hem zyn door den Val verkreegen ſnelheid en zyn Zwaarte yder oogenblik zouden doen doorloopen, en wier zamenſtelling hem nu de Kromme lyn B E F doen beſchryven.

De Loodlyn agter A, dient om den Voet, door middel van deszelfs drie Schroeven, Waterpas te zetten.

Fig. 12 verbeeld den Loop van een Snaphaan: en de ſtreek, die de Kogel houdt.

G H, Miklyn van 't Oog.

G I, Loopſtreek van den Kogel.

I H, loodregte langte, welke de Kogel middelerwyl door zyn eigen Zwaarte daalt.

Fig. 13. Zamengeſtelde Beweeging, door middel van Beweegkragten, van veranderlyke evenredigheden.

M L, Plankje, dat over twee evenwydige ſterk geſpannen Snaaren kan voortgetrokken worden.

M N, Touwetje, dat, over het Katrolletje N loopende, het Plankje voorwaarts trekt.

M,

M, metaalen Buisje, waar in een yvooren Balletje gedaan wordt, dat 'er door een Hamer, die onder het Plankje is, uitgedreeven wordt.

O, Dwars-yzertje, dat de ſteel van den Hamer, door de opening in 't Plankje doorgebragt, vat, en met een Touwetje aan de Muur vaſt is. Als het Plankje voortgetrokken wordt, laat het Dwars-yzertje derhalven de ſteel los en de Hamer brengt door middel van een Veer het Balletje in beweeging.

PP, Loodlyn, die het Balletje zou beſchreeven hebben, indien het Plankje niet voorwaarts bewoogen werde.

PQ, PR, ſchuinze Lynen, die het zou beſchreeven hebben door de Zamengeſtelde Beweeging, zo het geen eigen Zwaarte had.

PTS, Kromme lyn, welke het zyn Zwaarte nu doet beſchryven.

S, plaats, daar het Plankje, met een eenpaarige beweeging voortgetrokken, middelerwyl gekomen is, en het Balletje, op 't einde van zyn Val, weder vangt.

Fig. 14 en 15 dienen tot opheldering van de Middelpuntskragten.

AB,

AB, AC, *Fig.* 14. twee Beweegkragten, die, tot malkander ſtaande als 3 tot 1, het Lighaam A de Lyn AD zouden doen afloopen.

*d*H, *e*I, *f*K, *g*L betekenen de Kragt AC, die, van ſtreek veranderende, en als een middelpuntzoekende kragt werkende, het Lighaam A, in plaats van de Raaklynen, *dlm*, *e*E, *f*, *g*, te doen beſchryven, de Kromme lyn *defgb* doet langs loopen.

Fig. 15. BC, halve middellyn, door wier draaijing het Lighaam M, dat over dezelve glyden kan, al de Stippen van de Raaklyn MD doorloopt, en, tot in D gegleeden, zig door die middelpuntſchuwende kragt hoe langs hoe meer van 't Middelpunt verwydert.

Plaat 4.

Figuur 16 vertoont een Werktuig tot het doen der Proefneemingen over de Middelpuntskragten. Het beſtaat uit een driekantigen Tafel, op drie voeten, die door middel van Schroeven geligt en gelyk gezet worden. Aan 't eene Punt van den Driehoek ſtaat een regtſtandige Styl, die een Rad draagt, 't welk loodregt hangt, en, gedraaid wordende door middel van zyn Snaaren en twee Dwars-Katrolletjes, de Schyven A en B in beweeging brengt.

A, B,

A, B, twee waterpas leggende groote Schyven, op yzeren Spillen loopende, met verſcheide ſleuven van verſchillende Middellynen gegroefd, waar in de Snaaren van 't groote Rad loopen, en dus dezelven doen draaien.

CD, Een Schraagje, dat op de Schyf B geplaatſt wordt, om het met dezelve te doen ronddraaien, en van welks eene end C een yzeren Stangetje of Draad loopt, tot aan 't ander end D.

E, F, twee yvooren Ballen, die, aan een yzeren Draad CD gereegen, en 'er los heen en weer langs kunnende glyden, wanneer 't Geſtel rondgedraaid wordt, de eigenſchap der middelpuntſchuwende kragt doen zien.

G, H, twee ſchuins leggende glazen Buizen, (met Bollen aan 't einde,) wier Monden gemeenſchap hebben met het Water, dat in 't Bakje is, 't welk op 't midden van 't Schraagje geplaatſt is. Als de Schyf A, met alles wat 'er op ſtaat, rondgedraaid wordt, klimt het Water door de middelpuntſchuwende kragt in de glazen Buizen op, tot in de Bollen G, H.

Fig. 17. Kring A, *Omloop*, *Revolutie* van 't Lighaam A. F, een Lighaam, dat ſnelder loopt, en wiens *Omloopstyd* (*Tems Periodique*) bygevolg korter is.

Kring

Kring D, Omloop van 't Lighaam D.

AC, DC, verſchillende Afſtanden der Lighaamen A en D van 't middelpunt hunner Omloopen; en die de Maat van de grootte of uitgebreidheid hunner verſchillende Omloopen zyn.

Fig. 18. AED, Slanglyn. Zy begint in A en eindigt in D, op de zelfde Lyn ADC, loopende naar 't Middelpunt C. AD noemt men ook haar Omloop.

Fig. 19. Een Schraagje (om op een der Schyven A of B, *Fig.* 16, te zetten) met vier ſchuins leggende glazen Buizen: in twee van welke Vogten zyn van verſchillende zwaarte, Terpentyn-Olie, Brandewyn, Water; in de andere twee, Water met een Kogeltje van Koper in 't een, en een van Kurk in 't ander. De middelpuntſchuwende kragt naar den inhoud of digtheid der Lighaamen werkende, dryft de Olie en Brandewyn naar beneden, het Water naar boven; gelyk ook in de twee andere Buizen het Kurk-kogeltje naar onder zinkt, en 't Koperen opklimt.

Fig. 20, 21 verbeelden twee Schraagjes, die even als de vorige op de twee Schyven A en B van 't Werktuig in de 16 *Fig.* geplaatſt, en met dezelven rondgedraaid kunnen worden.

A, B,

A, B, twee Boſſen of Bakjes, die langs twee metaale Draaden, van 't eene end der Schraagjes evenwydig aan malkander tot aan 't ander geſpannen, vry en los kunnen voortſchuiven. De kleine even uitſteekende Tandjes van den Bodem, tegen eene zeer ſlappe Veer onder den bodem der Bakjes ſtuitende, beletten hun wederkeeren.

C, D, Bakjes langs twee Metaaldraaden, yder aan zyn galgje op en nederwaarts beweegbaar. Zy zyn door middel van hun Touwetjes en Dwarskatrolletjes aan de Bakjes A en B vaſt, en toonen door hun minder of meerder ryzing den minderen of meerderen trap van derzelver middelpuntſchuwende kragten.

Plaat 5.

Figuur 22. A, glazen Bol vol Water met een weinig gekleurde Terpentyngeeſt of Olie. Hy draait op zyn Aspunten tuſſchen twee Poppen.

B, loodregtſtandig Rad, dat door middel van een Kruistouw de Schyf C draaien doet.

C, Schyf, aan een der Aspunten van den Bol vaſt, die, door het groote Rad in beweeging gebragt, ook den Bol doet ronddraaien.

DD, twee Scharnieren, door wier middel het Geſtel geligt, en min of meer ſchuins en hellende geſteld kan worden.

F, Schroef, om 't op een hoogte naar welgevallen vaſt te zetten.

Het gantſche Geſtel ſtaat op een Tafel met 3 Voeten, die door hunne Schroeven waterpas geſteld worden.

Fig. 23 verbeeldt den Bol A der voorgaande *Figuur*, met eenige druppeltjes gekleurde Terpentyn-Olie in 't Water.

a, een druppel of bolletje Olie, in 't Water dryvende.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, verſcheide Cirkelſneeden of Schyven Water, tuſſchen de evenwydige Lynen, op D, E, F, G, enz. uitloopende, begreepen; en draaiende rondsom de As AB.

CH, Bolſnyſtuk (*Segment de Sphere*), welks Water even als dat van het Stuk 8, als men den glazen Bol ſtil houd of deszelfs Loop vertraagt, eerſt zyn beweeging verlieſt.

Fig.

Fig: 24 verbeeldt een Werktuig, geſchikt om den Bol op een zelfden tyd tweederley Omwentelingen, die elkander in den haak of met regte Hoeken kruiſſen, teſſens te doen aanneemen; de eene, naamelyk, op zyn Aspunten, en de andere om de As van zyn Evenaar. Het Water, dat 'er in is, neemt die dubbelde Beweeging niet aan, en de Oliebolletjes neigen, als voorheen, naar de As, niet naar het middelpunt van den Bol.

Plaat 6.

Fig: 25 vertoont het formeeren van een regelmaatige *Kromme lyn.*

a, een Speld in een Vlak, een Tafel of iets dergelyks, vaſt geſtoken.

b, een Tekenpen, Potloot, Kryt &c. om 'er de gedaante der Kromme lyn mede te tekenen.

ab, dubbelde, aan de enden zamengeknoopte Draad, die om de Speld *a* en de Tekenpen *b* gaat. Laat men dien Draad geſpannen en de Tekenpen in 't ronde draaien, de Figuur zal een Cirkel zyn: maar trekt men, terwyl de Tekenpen voortloopt, een der Draaden aan, als in *d*, dan zal een andere ſoort van Kromme lyn gemaakt worden.

b c, Kromme lyn, die 'er ontſtaan zal, als men door 't trekken van den eenen Draad, den gantſchen dubbelden Draad de gedaante geeft van den Driehoek *a c d*.

Fig. 26. 't Formeeren van een *Langrond* of *Ellipſis*.

F, *f*, twee Spelden, op de Tafel vaſtgeſtoken.

F G *f*, F L *f*, F M *f*, Draad, aan die Spelden vaſtgemaakt.

G, Tekenpen, die dien Draad ſpant, en, denzelven altyd geſpannen houdende, ronddraait, waar door de Kromme lyn H M G L I, de Trek zynde van een Langrond, geboren wordt.

Fig. 27 verbeeldt een *Slanglyn* of *Spiraal*, door middel van een Werktuig getekend: op het Geſtel en de waterpas leggende Schyf van *Fig.* 16.

S, een rond gat, 3 duimen wyd, in het ronde Blad, dat op de vaſt ſtaande Tafel is vaſt gemaakt, en waar op de Figuur zal getekend worden. Door dat gat ſtaat de Maatſtok S R met een Elleboog (in *Fig.* 28 duidelyker te zien) op de waterpas leggende Schyf, en draait met dezelve rond.

R,

R, Bosje, met een Tekenpen, dat langs den Maatſtok zeer ligt heen en weer glydt, en welks beweeging door middel van een Koordje, Trommel, Veer en Snik, aan den Elleboog in 't Gat S, regelmaatig gemaakt wordt.

rR, Slanglyn, door het Bosje met zyn Tekenpen, dat, rondgedraaid, door zyn middelpuntſchuwende kragt zig langs den Maatſtok voorwaarts begeeft, beſchreeven.

Fig. 18. Het formeeren van een *Langrond* door middel van een Werktuig.

YV, *Maatſtok* met den Elleboog, met zyn Bosje en Tekenpen V.

Y, T, V, drie Katrolſchyfjes, om welken de dubbelde met zyn einden aaneengeknoopte Draad loopt. Het Schyfje V is aan de Tekenpen vaſt en draait 'er meê rond.

XTV, *Langrond*, door de Tekenpen van den Maatſtok, met de waterpas leggende Schyf, daar hy op ſtaat, rondgedraaid zynde, gevormd en op het ronde vaſt leggend Blad afgetekend.

VERKLAARING

ZESDE LES.

Plaat I.

Figuur 1. Een Ontvangglas van een Lugtpomp, waar onder men een brandende Kaars of iets dergelyks zet, welker vlam niet alleen op 't uitpompen der Lugt ſtraks uitgaat, maar wier Rook of Damp ook, even als alle andere Lighaamen, ten blyke dat ze ook Zwaarte heeft, op den koperen Plaat nedervalt.

Fig. 2 verbeeldt het Werktuig, ter Proefneeming, dat alle Lighaamen, Lood, Yzer, Hout, Papier, Veertje, in het Ydel even ſnel neêrvallen.

A B, glazen Buis, 6 voet lang, $2\frac{1}{2}$ duim wyd, onder en boven wyder, en open; op den koperen Plaat van een Lugtpomp ſtaande; in welke Buis, na 'er de Lugt uitgepompt te hebben, men de Lighaamen vallen laat.

Fig. 4. Een Werktuig, dat boven op de glazen Buis in B (*Fig.* 2) geplaatſt wordt; het beſtaat *uit een* koperen Plaat, die door middel van een natten leêren Ring op het Glas ſluit.

G, een Kraag boven op de Plaat, met gevet Leêr gevuld.

CD,

CD, Molentje, met 6 dubbelde bladen, die, yder door een Veer toegedrukt, als zoo veele Nyptangetjes zyn, tuſſchen welke men de Lighaamen, die men zal laaten vallen, vatten laat; het hangt met twee armen of beugels aan den koperen Plaat vaſt, en draait door middel van een Rondzel, wiens ſtaaven vatten in de tanden van

F, een Kamrad, wiens Spil FI door de Plaat en Kraag heenloopt, en met zyn ring vaſt is aan den Hefboom I.

H, een Rol, aan de zelfde Spil vaſt, die door het trekken van de Koord in L draait, en het Kamrad F draaien doet; en daar door een der dubbelde Bladen of Nyptangen van het Molentje in een loodregten ſtand, gelyk nu D ſtaat, te brengen.

K, Trom met zyn Veer, die met de Koord van den Rol H tegenwigt maakt.

I, Hefboom, die, met de Koord M neêrgetrokken, de Spil FI, aan wier Ring hy vaſt is, en daar door het Kamrad F zelf ryzen doet, dat met zyn kant een Hefboompje in *n* opligtende, den Nyptang opent, en dus de Lighaamen, die 'er in gevat waren, op 't zelfde oogenblik doet vallen.

Fig. 3 vertoont het zelfde Werktuig, Molentje &c. van voren gezien.

Fig. 5. Glazen Buis met een hollen dunnen Bol A boven aan, tot C toe vol water en voorts lugtledig; als men ze op en neer ſchudt, ryſt de Kolom Water, by voorbeeld, tot B, en valt als een hard en vaſt Lighaam neder, ſtootende met gedruis tegen den bodem: door den Bol A wordt dat geluid ſcheller en doordringender.

Fig. 6. Uitrekening der Zwaartekragt in de Maan.

T de Aarde. L de Maan. LQRS Maandelykſche Loopkring der Maan. LC de middelpuntſchuwende kragt. LP de middelpuntzoekende kragt. LQ Hoeklyn, of Boogdeel, 't welk die twee kragten de Maan doen doorloopen.

Fig. 7. Gedaante-verandering der Aarde door haar dagelykſche omwenteling om haar As, en de middelpuntſchuwende kragten, daar door veroirzaakt.

AB, As der Aarde.

DE, Middellyn van den Evenaar; C, Middelpunt der Aarde.

ADBE, Klootronde gedaante, die ze hebben zou, zo ze niet om haar As AB draaide.

ALGKIHB, langwerpige of Knolronde gedaante, die ze door haar omwenteling en middelpuntſchuwende kragten verkrygt.

Plaat 2.

Figuur 8. Schaapenleeren Zak, met Haverkaf gevuld, die door haar omwenteling en draaien een Knolronde gedaante aanneemt, en, even als de Aarde, aan de Aspunten platter en onder den Evenaar verhevener wordt.

Fig. 9. Werktuig om de verſchillende kragten der Lighaamen, *door hun zwaarte*, uit verſchillende *hoogten vallende*, aan te wyzen.

AB, langwerpig Kasje, waar in een Laade met weeke Klei geſchooven wordt.

AD, BC, Standers of Stylen, van $3\frac{1}{2}$ voet hoog, verdeeld in duimen.

EF, Dwarsplankje, dat men op en neer ſchuiven kan, en op een hoogte naar welgevallen met Schroefjes vaſt zetten.

G, yvooren Bal, die in een gat van 't Plankje, door middel van een Nyptangetje met een Veer, geklemd en gehouden wordt.

H, yvooren Bal, op een mindere hoogte hangende aan een Draad, wiens end tuſſchen het zelfde Nyptangetje geklemd is.

Als men het Nyptangetje opent, laat het den Bal G en den Draad van den Bal H teffens los, en dus beginnen dezelve op een zelfde oogenblik naar beneden te vallen.

Fig. 10. Proefneeming om de Evenredigheid en Maat der Verſnelling in vallende Lighaamen aan te toonen.

AB, CD, Metaale Draaden of Snaaren, evenwydig aan malkander en ſchuine als een hellend Vlak geſpannen; AB is in 9 gelyke deelen, 1, 2, 3, &c. verdeeld.

G, Lighaam, dat zeer gemakkelyk over de Snaar AB heen glydt.

H, Slinger, die, op zyn Spilletjes A, a loopende, van onderen het Klokje I doet ſlaan, en van boven met zyn uitſteekende Staart *f* ter zelver tyd een zyden Draadje los maakt, dat G tegenhieldt.

K, Klokje, op de Snaar CD, elders door een Schroefje vaſt gezet, en 't welke het Lighaam G in 't voorbyglyden geluid doet geeven.

De

De Slinger H ſlaat zyn Klokje I, en laat, met zyn Staart *f* het Draadje teffens los maakende, het Lighaam G heenglyden, dat, als H zyn ſlingering volbragt heeft, en zyn Klokje voor de tweedemaal ſlaat, het Klokje K geluid doet geeven. Dus weet men den verloopen tyd, en den Weg, door G middelerwyl afgeloopen kan men meeten.

Fig. 11 verbeeldt de verſnelling der vallende Lighaamen; AB, BC de tyden van den Val; *cc*, *dd*, BD, CF de ſnelheden, op 't eind van yder tyd verkreegen; ABD, Weg, in den eerſten Tyd AB afgeloopen; BCEFD, Weg, in den tweeden Tyd BC afgeloopen, en *driemaal* grooter dan ABD.

Fig. 12 verbeeldt de vertraaging der opwaarts bewoogen Lighaamen; BC, Weg, dien het in den eerſten Tyd opwaarts klimt; CA, Weg, dien het klimt in den tweeden Tyd, en die driemaal kleinder is dan BC.

Fig. 13. Voorbeelden van Beletzels, die regtdraads ſtrydig tegen de ſtreek der Zwaartekragt werken.

A, Lighaam, dat door den Draad, daar 't aan hangt, opgehouden wordt.

a, Lighaam, door een waterpas Vlak geſtuit en tegengehouden.

Fig.

VERKLAARING

Plaat 3.

Fig. 14. Afbeelding van den Val der Lighaamen langs hellende Vlakken.

AC, *ag* D, *ab*, hellende Vlakken.

AP, *ap*, Loopſtreek der Zwaartekragt.

AF, *af*, Loopſtreek der tegenwerking van het Vlak AC. *ac*, tegenwerking van 't Vlak *ag* D. *ad*, tegenwerking van 't Vlak *ab*.

AP, Weg, dien het Lighaam met een loodregten Val in den eerſten Tyd afloopt. AK, Weg, dien het in den zelfden Tyd, langs het Vlak AC vallende, gedaald is.

ap, Weg, dien het loodregt in den tweeden Tyd valt, driemaal langer dan AP. *ab*, Weg, dien het in dien Tyd langs het Vlak AC afloopt, driemaal langer dan A*a*.

akgbp, halve Cirkel, die de Wegen langs de verſcheide Vlakken in den tyd van den loodregten Val *ap* afgeloopen, affnydt en bepaalt.

a F, loodregte tegenwerking, die de werking der Zwaartekragt vernietigen zou; *ae*, Waterpas-werking, die 'er geen nadeel aan zou doen.

Fig.

Fig. 15. MN, ML, OP, QP, hellende Vlakken, die het Lighaam alle in een zelfden tyd afloopt, en die dezelfde is, welken het Lighaam beſteedt met langs MP loodregt te vallen.

Fig. 17. Afbeelding tot bewys dat een Lighaam, langs welk Vlak het zy, vallende, op 't einde van zyn Val de zelfde ſnelheid gekreegen heeft, als of het van de loodregte hoogte van dat Vlak gevallen was; en dat het ook tot een gelyke hoogte weer opklimt.

A *a*, *a b*, *b* 3, *a* 3, hellende Vlakken, die het Lighaam afloopt.

A *a* of *M* 1, 1 2, 2 3, 1 3, loodregte Hoogten, die het de zelfde ſnelheid zouden hebben doen verkrygen.

e, *d*, *c*, Hoogten, tot welke het in evenredigheid weer opklimt. Doch de tyd, dien het aan 't vallen langs A *a b* 3, *a b* 3, of *a* 3, *b* 3 beſteedt, is gelyk aan den loodregten Val, langs de geheele Middellyn *f* 3 van den Cirkel.

Fig. 18. Afbeelding van het Denkbeeld eener Kromme lyn.

AB, BE, EC, CD, verſcheiden aaneenſtootende Vlakten van een verſchillende Helling, waar uit men een Kromme lyn begrypt te beſtaan en zamengeſteld te zyn.

Fig.

Het zelfde Werktuig wordt ook gebruikt om de Eigenſchappen van den Slinger aan te toonen.

DH, geknotte Arm van het Werktuig, driemaal zoo lang als AB.

G, Slinger, die op 't trekken van den Draad van zyn Nypertje op het zelfde oogenblik als een Kogeltje uit het Toppunt van DH los gelaten, in M komt, dat is, zyn Slingering volbrengt op 't zelfde oogenblik dat het ander in B valt.

L, korter Slinger, die ſpoediger dan G zyn Slingering doet.

Plaat 5.

Fig. 22. Loop van zwaare Lighaamen, waterpas geworpen.

FG, Streeklyn, volgens welke het Lighaam geworpen wordt, in 4 gelyke Tyden, 1, 2, 3, 4, verdeeld.

1*a*, Langte, die de Zwaartekragt hetzelve daalen doet in den eerſten tyd; *bc*, driemaal langer in den tweeden: *de*, vyfmaal langer in den derden; *fg*, zevenmaal langer in den vierden Tyd.

Faceg,

Fa c e g ſtippen, daar het Lighaam derhalven doorloopende een Brandſnede beſchryft.

E *k*, Stuk van een Brandſneê, die het zou geloopen hebben, indien 't met ongemeen grooter kragt was voortgeworpen.

F *i*, Brandſnede van een met minder kragt geworpen Lighaam.

Fig. 23. Loop van een Lighaam, ſchuins opwaarts geworpen.

M P, Streeklyn, volgens welke het geworpen wordt. *M C* Hoogte, *M q* verte van den worp.

M *r q*, Brandſnede, die het beſchryft. M K Lyn, die het met ongelyk grooter kragt zou beſchreeven hebben.

Fig. 24. Werktuig, waarop de Proefneemingen ter bewys van den Loop der Geworpen Lighaamen gedaan zyn.

Het Langwerpig Bakje heeft, op een van zyn lange zyden, een Loogregtſtandig Vlak, waar op verſcheiden Brandſneden getekend zyn, om ze met de daadelyke in de Proef te vergelyken.

CB dikke glazen Buis, op een der korte zyden ſtaande, tot zekere Hoogte gevuld met Kwikzilver, 't welk door middel van een Kraan en Sleutel gemeenſchap heeft met het Spuitje A, en uit hetzelve, in een ſtand naar welgevallen geplaatſt, den ſprong maakt.

AC Loodregte ſtand, die den Loodregten ſprong, tot byna de Hoogte van de Kwik in de Buis, geeft.

AH, Waterpas ſtand, die de Brandſnede AED vormt.

AF, ſchuinze ſtand, die de Brandſnede AIK; AG andere ſchuinze ſtand, die de Brandſneê ALM uitlevert.

Plaat 6.

Fig. 1. verbeeldt een Karſſeſteen, door twee kragten met een zamengeſtelde Beweeging voortgedreeven.

Fig. 2 en 3. ſtrekken tot Opheldering van den aart, Ontbinding, en werking der ſchuinze Beweegkragten.

Fig. 4 en 5. zyn Gierbruggen, door den Stroom van 't Water met een zamengeſtelde Beweeging van de eene Oever eener Rivier naar de andere gedreeven. De eerſte is een Gierbrug, die van de Oever afvaart, de ander een die aan de overzyde aankomt.

Fig.

Fig. 6. Een Gierſchouw, die door een Beweeging van denzelfden aart over een Rivier giert.

Fig. 7. De Beweegingen van de Gierbrug op een andere wys verklaard.

De volgende Figuuren verbeelden het Zeilen en Laveeren van Schepen.

Fig. 8. Een Schip, dat regt voor den Wind zeilt.

Fig 9. Een Schip, dat met een ruimen Zywind zeilt.

Fig. 10. Een Schip, zeilende met een vlakken Zywind.

Fig. 11. Een Schip, dat ſcherp by den Wind zeilt.

BERIGT

VOOR DEN

BOEKBINDER.

De Plaaten van de Vyfde Les,

No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, moeten ingevoegd worden tegenover . . bladz. 138

Die van de Zesde Les,

No. 1, 2, 3, 4, 5, tegenover . bladz. 336

En die van 't I. Byvoegzel of

6de Les, No. 6, tegenover . . bladz. 380

NA-

NATUURKUNDIGE
LESSEN
VAN DEN HEER
NOLLET.

VYFDE LES.

Over de zamengeſtelde Beweeging, en Middelpuntskragten.

EERSTE AFDEELING.

De zamengeſtelde Beweeging.

Z*Amengeſtelde Beweeging* noemt men de Beweeging van een Lighaam, 't welk door meer dan eene oirzaak, door verſcheiden *Beweegkragten*, die alle volgens verſchillende Loopſtreeken werken, in beweeging gebragt wordt. Van dien aart, by voorbeeld, is de Beweeging van een Schuit,

Zamengeſtelde Beweeging.

Puiſſances

Pl. 1. *Fig.* 1.

V. LES. I. AFDEEL. Schuit, A, die op den zelfden tyd twee verſchillende Beweegkragten, C, D, tefſens gehoorzaamende, zig in 't midden van de Vaart houdt, en de Lyn AB volgt.

Haar Wetten. Gelyk de Enkelde Beweeging haare Wetten heeft, zoo heeft ook de Zamengeſtelde haar eigen en byzondere Wetten. Alle kunnen ze gebragt worden tot deeze eene, die in 't volgende Voorſtel ſtaat uitgedrukt, en van welke alle de overige ſlegts als Gevolgen aangemerkt kunnen worden.

Wet van zamengestelde Beweeging.

Wanneer een Lighaam door verſcheiden Beweegkragten, die op een zelfden tyd en volgens verſchillende Loopſtreeken werken, in Beweeging gebragt wordt, blyft het of in Evenwigt, of het neemt een Beweeging aan, die in ſnelheid zig ſchikt naar de evenredigheid van 't Vermogen, waar in die Beweegkragten ſtaan tot malkanderen, en een Loopſtreek volgt, welke juiſt de Middelſtreek is tuſſchen de Loopſtreeken der Beweegkragten, die ze gehoorzaamt.

Ophel- Want wanneer twee Beweegkragten op een

ten zelfden tyd op een Lighaam als M (*Fig.* 2) werken, is haar werking of regtdraads ſtrydig en tegen elkanderen aan, gelyk A, E, of haar Loopſtreeken maaken met malkander een Hoek, gelyk B M en F M, C M en G M &c.: want indien die Loopſtreeken zig met elkaêr vereenigden, gelyk men, by voorbeeld, in N zien kan, zouden ze tot een zelfde Loopſtreek zamenloopen, en ſlegts een enkelde Beweeging uitleveren, wier ſnelheid het uitwerkzel zyn zou *van 't vermogen* van twee *Beweegkragten*; zoo dat, indien ééne van die twee kragten in ſtaat was, om het Lighaam M tot aan N toe voort te trekken of te ſtooten, zy beide t'zamen (want men onderſtelt ze even groot) het Lighaam tot aan K zouden doen voortloopen.

V. LES. I. AFDEEL.

dering der algemeene Wet.

Pl. 1. *Fig.* 2.

Wanneer de twee Beweegkragten volgens de zelfde Lyn regtdraads ſtrydig tegen elkander aan werken, als A, E, blyft het Lighaam, zo ze beide in vermogen malkanderen gelyk zyn, tuſſchen haar in evenwigt. Want het is niet mogelyk, dat

Als de kragten regtdraads ſtrydig en gelyk zyn.

V. Les. I. Afdeel.

het Lighaam, op een zelfden tyd, regts en ſlinks teffens zou wyken; en waarom zou het zig voorwaarts liever dan agterwaarts begeeven, daar het van den eenen kant zoo grooten weêrſtand ontmoet, als de kragt is, waar mede het van de andere zyde voortgedreeven wordt?

Als ze ongelyk zyn.

Maar wanneer de twee Beweegkragten elkanderen ongelyk zyn in vermogen, gehoorzaamt het Lighaam de ſterkſte van de twee; en dat wel meer of min naar maate van 't verſchil van beider vermogen. Indien E ſtaat tot *a* als 3 tot 2, gehoorzaamt het Lighaam M de eerſte, op een wyze, als of het vermogen van haar kragt gelyk was aan 1, het verſchil, naamelyk, tusſchen 3 en 2. Wanneer de Beweegkragten derhalven regtdraads tegen elkanderen aan werken, ſpruit 'er of Ruſt uit voort, of ſlegts een enkelde, dog teffens vertraagde, Beweeging.

Als ze een Hoek maaken.

Indien de Beweegkragten op zulk eene wyze gerigt zyn, dat ze een Hoek met elkanderen maaken, of, ('t geen op 't zelfde uit-

uitkomt,) dat haar Loopſtreeken zig in 't Lighaam, daar ze op werken, kruiſſen of ſnyden, gelyk B *b* en F*f*, ontſtaat 'er een beweeging uit, die, zoo in ſnelheid als in loopſtreek, zamengeſteld is. De eene en de andere meet men af, doormiddel van de *Hoeklyn van 't Raam*, wiens zyden de vermogens en loopſtreeken der Beweegkragten uitdrukken. Laat ons zulks door de twee Beweegkragten, C en G, en het beweeglyk Lighaam M van de 2de *Figuur*, afzonderlyk in *Fig.* 3 te beſchouwen, wat nader ophelderen.

V. LES. I. AFDEEL.

Diagonale du Parallélogramme

Veronderſtellen wy dan, dat het Lighaam M op een zelfden tyd getrokken wordt door twee Beweegkragten, C, G, welke wy aan elkanderen gelyk ſtellen in vermogen, met ze door twee Lynen van de zelfde lengte MC en MG uit te drukken; en dat yder van die Lynen in 6 evengelyke deelen, met letters en getallen gemerkt, verdeeld zy. Verbeelden we ons, dat MC een zoort van Lyn of Regelmaat zy, langs welke de Beweeging van boven

Pl. 1. *Fig.* 3.

V. LES. I. AFDEEL. *Parallelement*

naar beneden geſchiedt, terwyl die zelfde Regelmaat ondertuſſchen zig, *Evenwydig* met zig zelve, langs de Lyn MG beweegt. Nu is het zeker, dat, wanneer de beweegbaare Regelmaat aan 't getal 1 op de Lyn MG zal gekomen zyn, het Lighaam M net even veel wegs gedaald zal zyn, en dat het zig noch in 't punt 1, noch in 't punt *a*, maar in *b* zal bevinden: op dezelfde wyze zal 't Lighaam, als de Regelmaat in 2 komt, weder een gelyk ſtuk wegs gedaald, en dus in 't punt K zyn. Dewyl dit nu altyd, geduurende de evenwydige beweeging der Regelmaat, langs de Lyn MG, beſtendig op dien voet voortgaat, ziet men ligtelyk, dat het Lighaam M allenskens alle de ſtippen, den een voor, den anderen na, van de Lyn M*n* zal doorloopen, welke Lyn de Hoeklyn is van 't Raam MG*n*C, wiens twee zyden GM, CM de evenredigheid uitdrukken, waar in de twee Beweegkragten tot malkanderen ſtaan.

De Hoek-

De lengte van die Hoeklyn wyſt de ſnelheid

ſheid der zamengeſtelde Beweeging aan, die, gelyk men ziet, nooit zoo groot is, als de ſom der twee ſnelheden, die dezelve deeden gebooren worden. Want de Lyn Mz kan by de twee Lynen MG en MC, zamengenomen, in lengte niet haalen. En indien die twee Beweegkragten met elkanderen zamenſtemden, om 't Lighaam langs een zelfde Loopſtreek voort te ſtooten, zouden ze het merkelyk meer wegs doen afloopen, dan het nu doet, nu ze hetzelve, de een hier, de ander daar heen, tragten te dryven, en naar twee verſchillende punten teffens willen doen gaan. Maar nu komt het Lighaam, die beide kragten dus op een zelfden tyd gehoorzaamende, langs een korter weg op de plaats, werwaarts die twee verſchillende neigingen het heen dryven wilden.

V. LES. I. AFDEEL.

lyn is de maat der ſnelheid.

Deeze zelfde Lyn wordt korter, naar maate dat de Loopſtreeken der Beweegkragten een min ſcherpen Hoek met elkanderen maaken: want wanneer, by voorbeeld, die Beweegkragten werkten volgens

Pl. 1. Fig. 2.

V LES. I. AFDEEL.

de Lynen HM en DM, (*Fig.* 2) zou de Hoeklyn MI zyn, langer zeker, dan LM of OM, welke de Hoeklynen zyn zouden, als de Beweegkragten uitgedrukt werden door de Lynen GM, CM; of wel door BM, FM (*).

Snelheid van 't Lighaam als de Streekhoeken Regt zyn.

Van alle mogelyke gevallen, welke twee Beweegkragten, die op een zelfden tyd op een Lighaam werken, in 't vormen haarer verſcheide Streekhoeken kunnen uitleveren, is 'er ſlegts een eenige, waar in haar werking elkanderen wederzyds geheel onverſchillig is, en de eene de andere noch voor- noch nadeel doet: het geval, naamelyk, wanneer haar Loopſtreeken met malkander een Regten Hoek maaken; ge-

PL. I. Fig. 3.

CM, GM, *Fig.* 3. Want die Beweegkragt,

(*) HM en DM, naamelyk, zyn twee zyden van het Raam HMDI, wiens Hoeklyn *MI* is: gelyk GM, CM, twee zyden zyn van het Raam GMCL, wiens Hoeklyn LM; en BM, FM de twee zyden van 't Raam BMFO, wiens Hoeklyn OM is; en worden derhalven de Hoeklynen telkens korter, naar maate dat de Hoeken der Loopſtreeken van de Beweegkragten wyder of minder ſcherp zyn.

kragt, welke waterpas werkt, tragt alleen het Lighaam M tot op den afſtand G te brengen, en 't is haar ten eenemaal onverſchillig, (zo dat ſlegts geſchiede,) of het in G zy, of in *x*, of in eenig ander punt van de gantſche Lyn G*x*. Op de zelfde wyze vereiſcht de Beweegkragt, die benedenwaarts werkt, niets anders, dan dat het Lighaam op een afſtand, aan MC gelyk, geplaatſt worde, en dien afſtand van boven tot beneden vindt men overal in elk punt van de *Lyn Cx*. Wanneer die twee *Beweegkragten* derhalven op een zelfden tyd werken, oeffent yder van haar afzonderlyk haar kragt op het Lighaam, even als of zy 'er alleen ware, en met de andere niets te doen hadde: zy brengen elkander wederzyds noch voor- noch nadeel toe.

Als ze ſtomp of ſcherp zyn.

Maar anders is het met de zaak gelegen, wanneer de Hoek, dien die twee Beweegkragten met haar Loopſtreeken maaken, ſtomp of ſcherp is. In 't eerſte geval belemmeren zy elkanders werking, en ver-

V. LES. I. AF-DEEL. nietigen wederzyds een deel der kragt; in het tweede helpen zy malkanderen, en begunſtigen wederzyds haar werking. Wanneer, by voorbeeld, de twee Beweegkragten een Hoek maaken als R P Q (*Fig.* 5), zal het Lighaam in S komen, en 't vermogen van de Beweegkragt P R een hoeveelheid als van Q T of S t kleinder wezen, dan het anders geweeſt zou zyn; en, integendeel, wanneer de Beweegkragten zulk eene neiging hebben, dat haar Loopſtreeken met elkanderen een Hoek als V X Y (*Fig.* 6) maaken, komt het Lighaam in *x*, en is dus het vermogen van de Beweegkragt X V met een hoeveelheid als van Z *x* of Y *y* vermeerderd.

Pl. I. *Fig.* 5.

Fig. 6.

De Hoeklyn toont ook de Loopſtreek van 't Lighaam. De Hoeklyn, daar we van ſpreeken, wyſt de ſnelheid niet alleen, maar ook de Loopſtreek der zamengeſtelde Beweeging aan: want indien men de zelfde redeneering, die we in 't geval, toen wy de Beweegkragten, als de twee zyden van een volmaakt Vierkant, aan elkander gelyk ſtelden, ter verklaaring deeden, op alle ande-

re

re-zoorten van Raamen wil toepaſſen, zal men bevinden, dat die Hoeklyn nimmer even ver van weêrskanten van de Beweegkragten verwyderd blyft, dan alleen in 't geval, wanneer die Beweegkragten beide elkander gelyk zyn in vermogen: en dat die Hoeklyn, als de Beweegkragten ongelyk zyn, zig het meeſt neigt naar de ſterkſte, en dezelve 't naaſt komt; gelyk yder ligtelyk zien zal, zo hy ſlegts het oog ſla op *Figuur* 4.

V. LES. I. AFDEEL.

PL. I. *Fig.* 4.

Hoe de ſnelheid en Loopſtreek van 't Ligchaam te vinden.

Uit deeze grondbeginzels volgt, dat men den *Hoek* der Loopſtreek van de Beweegkragten (dat is, den Hoek, welken de twee Beweegkragten met hun beide Loopſtreeken zamen maaken) en den graad of grootte van haar vermogen weetende, ook het uitwerkzel ligtelyk ontdekken kan, dat zy op 't bewoogen Lighaam zullen te weeg brengen; den graad, naamelyk, van ſnelheid, dien het verkrygen, en den weg, dien het houden zal. Want uit *Fig.* 3, 4, 5 en 6 ziet men, dat wanneer men het vermogen der Beweegkragten en derzelver Loopſtreeken

uit-

V. LES. I. AFDEEL.

uitdrukt door Lynen, die in één punt zamenloopen en daar haar Hoek maaken; en op die Lynen, als op twee gegeven zyden, een Raam vormt, de Hoeklyn van dat Raam, alles wat men zoekt, de ſnelheid naamelyk en de loopſtreek van 't Lighaam, beiden, zal aanwyzen.

Of het Vermogen en de ſtreek van eene der Beweegkragten.

Uit de zelfde grondbeginzels volgt ook verder, dat men het uitwerkzel weetende, 't welk twee Beweegkragten te zamen met elkander op 't Lighaam doen zullen, en de geſteltenis van eene dier twee Beweegkragten, haar ſtreek van werking, naamelyk, en graad van vermogen; dat men daar uit dan ook, zeg ik, de geſteltenis van de andere Beweegkragt, haar ſtreek en vermogen kan opmaaken. Indien ik, by voorbeeld, weet, dat een Lighaam uit P vervoerd is tot in S, door de werking van twee Beweegkragten, wier eene door de Lyn P Q wordt uitgedrukt, heb ik ſlegts een Lyn S R, van de zelfde lengte als P Q, en evenwydig aan dezelve, te trekken: en zoo dra ik daar op het Raam gevormd heb,

PL. I. Fig. 5.

heb, zie ik dat PR de andere Beweegkragt grooter van vermogen dan de eerſte, en met dezelve den *Streekhoek* R P Q maakende.

V. LES. I AFDEEL. *Angle de Direction*

Deeze redeneeringen en verklaaringen, welke wy tot hier toe voorſtelden, zullen wy nu vervolgens door ondervinding en Proefneeneemingen ophelderen en ſtaaven, en om daar in een gevoeglyke orde te houden, voor eerſt de uitwerkzels van twee regtdraats-ſtrydig tegen elkander werkende Beweegkragten in overweeging neemen; *en daar na aantoonen*, welk eene zamengeſtelde Beweeging 'er veroirzaakt wordt, wanneer twee Beweegkragten, wier Loopſtreeken zig in 't middelpunt van 't Lighaam kruiſſen, te gelyk op dat Lighaam werken.

Opgehelderd en beveſtigd door Proefneemingen.

Wy veronderſtellen altyd in dit ſtuk, dat de evenredigheid, waar in de Beweegkragten tegen elkander ſtaan, beſtendig en altoos de zelfde blyft; dat is, dat 'er geduurende den ganſchen tyd dat zy op 't Lighaam werken, noch in de eene noch in de andere eenige de minſte verandering gebeurt, die de eerſte evenre-

dig-

V. LES. I. AFDEEL.

digheid tuſſchen haar beiden zou mogen wegnemen, en min of meer van elkanderen doen verſchillen; maar dat zy, indien ze, by voorbeeld, in 't begin der werking, malkander gelyk waren, ook tot aan 't einde der werking toe, malkander volkomen gelyk blyven. Zulk eene veronderſtelling kan zeer wel beſtaan met alle hinderniſſen en verzwakkingen, door den weerſtand der Middelſtoffen, of door de wryving veroirzaakt, wanneer ſlegts die veranderingen van weêrskanten gelyk blyven, en even groot.

EERSTE PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Proefneeming met twee regtdraads ſtrydige Beweegkragten.

PL. 2. *Fig.* 7.

Figuur 7 verbeelt een *Guéridon* of rond Tafeltje, op welks Rand eenige katrolletjes, als A en B vaſtgemaakt zyn. Over derzelver ſchyfjes laat men twee koorden C A E, en C B D loopen; wier beider een eind aan het beweegbaar Ligbaam C vaſt is, terwyl aan derzelver ander eind van weêrszyden een gewigtje D, E, hangt.

Uit-

Uitwerkzels.

Indien de twee Gewigtjes beide even zwaar zyn, blyft het Lighaam C, in welk gedeelte van de Lyn AB het zig ook bevinde, in evenwigt en ruſt. Indien het gewigtje E twee oncen zwaar is, en D ſlegts één once weegt, wordt het Lighaam C naar A getrokken met een kragt, als of 't een once woog, en 'er geen den minſten weerſtand van den kant van D gebooden werde: 't geen men ligtelyk erkennen en bemerken kan, als men onder het gewigtje E een Bakje zet met weeke klei of aarde, waar in het, door zyn val, een kuiltje maakt, dat men meeten kan, en met andere Proeven vergelyken.

Opheldering.

Evenwigt noemt men in 't algemeen, den Staat waar in een Lighaam zig bevindt, 't welk door twee Beweegkragten, die volkomen elkander in vermogen gelyk zyn, gedrongen wordt, om zig volgens twee Regtdraats te-

Zy vernietigen elkander, en maaken Evenwigt, als ze gelyk zyn.

V. Les. I. Afdeel.

tegenſtrydige Loopſtreeken te beweegen. Zulk eene dubbelde Neiging kan nooit van gevolg zyn, en eenige uitwerking doen, dewyl de Beweegkragten, die dezelve veroorzaaken, elkander van weerskanten volkomen gelyk zyn: en daarom blyft het Lighaam, zoo lang als die gelykheid van wederzyden duurt, in Ruſt. Dit is ook de Reden, waarom het Lighaam C, in onze Proefneeming, als die gewigtjes E en D even zwaar zyn, overal ſtil blyft leggen, in welk gedeelte het zig ook bevinde van de lyn, die de twee Beweegkragten vereenigt.

Zo ze ongelyk zyn, volgt het Lighaam de ſterkſte, in reden van haar overmaat.

Maar zoo dra een der gewigten zwaarder wordt, is aanſtonds het Evenwigt verbroken, en het Lighaam volgt de Beweegkragt die de ſterkſte is van de twee. Het gehoorzaamt dezelve egter ſlegts in zoo ver, als haar kragt die van de zwakſte te boven gaat: want deezer Weêrſtand is door de overmagt der andere niet te eenemaal vernietigd en weggenomen; maar blyft altyd, als te voren, ſtand houden, en in ſtaat om een tegenſtrydige kragt, de zyne gelyk, te vernietigen. Wanneer derhal-

halven het Lighaam C door 't gewigtje E weggeſleept wordt, kan zulks niet geſchieden dan alleen door de overmaat van kragt, welke dit bezit boven het ander.

V. LES. I. AFDEEL.

Gevolgen.

Werking van Klemhaaken, Zetſchroeven, &c. *Point d'appui*

Alle Lighamen, die tuſſchen de een of andere kragt en eenig *draagpunt* gedrukt of vaſtgehouden worden, moet men als zoo veele voorbeelden aanmerken, die ons het ſtuk, dat we in de voorgaande Proefneeming ſtaafden, *zigtbaar voor 't oog brengen.* Want uit de derde wet der enkelde beweeging weeten wy, dat de wederwerking altyd gelyk is aan de *werking* of drukking. Dus, wanneer een Schrynwerker een ſtuk Houts tuſſchen zyn werkband en zyn klemhaak vaſt zet, doet hy niets anders, dan dat hy het klemt en gedrukt laat worden tuſſchen twee kragten, die elkander in vermogen gelyk zyn. Hetzelfde moet men ook zeggen van een ſtuk Yzer op een ſlootemakers ſchroef gezet, van een Touw tuſſchen twee vaſte punten geſpannen, van een Schuit aan een paal gebonden, om door de

V. LES. I. AFDEEL.

kragt van den Stroom niet meegeſleept te worden, en ontelbaare dergelyke voorbeelden meer.

In 't hyſſen en optrekken moet men op de zwaarte van 't Touw rekening maaken.

Twee Gewigten, die even zwaar zyn, blyven in evenwigt, en bygevolg in ruſt hangen aan de uiteinden van een Touw, dat over de ſchyf van een Katrol loopt, zoo lang als de beide afhangende einden van weerskanten even lang zyn; want elk der twee Gewigten wordt dan door zyn tegenwerker net even ſterk naar om hoog getrokken, als het door zyn eigen zwaarte naar om laag gedrukt wordt. Maar wanneer het Touw aan de eene zyde van de Katrol langer begint te worden dan aan de andere; heeft 'er geen evenwigt meer plaats; de zwaarte van het overſchietend end Touw moet als een nieuwe kragt worden aangemerkt, die 'er by komt, en het laagſte der twee gewigten helpt doen daalen. Dit is iets, daar men ongetwyffeld op letten moet, als men Werktuigen wil vervaardigen, om Water, Steenen, Mynſtoffen, of iets dergelyks uit zeer diepe onderaardſche groeven naar boven te trekken,

of

of zwaare pakken tot een aanmerkelyke hoogte op te hyſſen. Vergat men, in dergelyke gevallen, het gewigt der Touwen mede in rekening te brengen, men zou zig dikwils by de uitkomſt in zyn verwagting bedroogen zien: want de Touwen, die men tot dat werk gebruikt, zyn doorgaans vry zwaar, en als zy in hun gantſche lengte geſpannen zyn, vergrooten zy merkelyk den wederſtand, dien men poogde te overwinnen. Op een gevoelige wyze kan men zulks gewaar worden, wanneer men een Emmer vol water, uit een groote diepte, optrekt naar boven; merkelyk meer kragt moet men in den aanvang doen, en als hy eerſt begint te ryzen, dan wanneer hy reeds ver gevordert, en tot byna boven genaderd is. V. LES. I. AFDEEL.

II. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Het Werktuig, in *Figuur* 8 verbeeld, is een *loodregt Vlak* van een voet in 't vierkant, 't welk vaſt ſtaat op zyn Voetſtuk. Aan *Plan vertical* *PL. 2. Fig. 8.*

 het

V. Les. I. Afdeel.

het Spilletje in H, is het eind vaſtgemaakt van een Draad, die over het Katrolletje G loopt, en aan zyn ander einde het gewigt F draagt. Het Katrolletje G is beweegbaar, en loopt over twee Koperdraaden, evenwydig aan malkander van H tot I geſpannen: en men trekt het voort door middel van een anderen Draad, die over een Katrolletje, dat in I vaſt gemaakt is, heen loopt.

Uitwerkzels.

Als men het Katrolletje G uit G tot in I voort trekt, ryſt het gewigt F naar boven langs de Hoeklyn F I.

Ophelderingen.

Proefneeming met twee gelyke kragten, die een Regten Hoek maaken.

Het Lighaam F wordt in beweeging gebragt door twee kragten, wier eene geſchikt is om het te doen ryzen tot eene hoogte als F G, en de andere om het voorwaarts eene lengte, aan G I gelyk, te doen naderen. Want het Spilletje H, daar het eind van den Draad aan vaſt gemaakt

is,

is, en dus het ryzen van het gewigt F veroirzaakt, moet als een Beweegkragt aangemerkt worden, in vermogen gelyk aan de andere kragt, die het beweegbaar Katrolletje G naar het punt I trekt. Indien deeze twee Beweegkragten elk afzonderlyk, en de eene na de andere, haar werking deeden, zou het gewigt F de twee Lynen FG en GI, yder afzonderlyk, en de eene voor, de andere na, afloopen; maar dewyl ze nu beide teffens en op een zelfden tyd werken, *en in vermogen gelyk ſtaan aan malkanderen*, nadert het gewigt naar maate dat het ryſt, en komt net even ver voorwaarts als het opwaarts klimt: 't welk oirzaak is, dat het de Hoeklyn FI beſchryft. V. LES. I. AFDEEL.

Deeze Proefneeming doet ons vry duidelyk met 'er daad zien, 't geen we ons als een Veronderſtelling in de derde *Figuur* verbeeldden. Want de Draad FG, daar het gewigt aan hangt, kan men aanmerken als de beweegbaare Lyſt of Regelmaat, die, gelyk men zig hier ook verbeelden mag, in zes gelyke deelen verdeeld is, en *Pl. 1. Fig. 3.*

V. LES. I. AFDEEL.

telkens in lengte afneemt, naar maate dat zy, voorwaarts komende, de eene en d'andere van de aan haar evenwydige Lynen, op 't Vlak getekend, nadert: nu is het eveneens of men ſtelle, dat het gewigt, terwyl het ryſt, langs den Draad opklimt, of dat de Draad, aan wiens eind het hangt, zelf in lengte afneemt en korter wordt: wordt hy dan telkens een gedeelte korter, dan zal het gewigt, als de Draad aan zyn eerſte evenwydige Lyn komt, in *a* zyn: neemt hy, zyn tweede evenwydige Lyn naderende, weder een ſtuk af in lengte, het gewigt komt in *b*, en zoo vervolgens, tot dat eindelyk het gewigt F de gantſche Lyn F I heeft afgeloopen.

Gevolgen.

Voorbeelden van zulk een zamengeſtelde Beweeging in Vlieg-

De Vliegwerken, die men in de *Opera* en andere Schouwſpellen vertoont, doet men ſpeelen door middel van Konſttuigen, die niet kwalyk zweemen naar de werking, daar wy ons in de zoo aanſtonds verklaarde Proefneeming van bedienden. Men draagt alleen zorg,

zorg, dat men 't gantſche werktuig in alle zyne deelen ſchikt naar de kragt, die ze moeten uitſtaan of oeffenen: en om de Koorden, zoo veel mogelyk is, voor 't oog der Aanſchouwers te verbergen, gebruikt men 'er Koperdraad toe, dat men in genoegzaame menigte en dun genoeg neemt, om ze de nodige ſterkte teffens en buigzaamheid te doen hebben. V. LES. I. AFDEEL. werken op Schouwburgen.

Een Schuitevoerder heeft door de ondervinding geleerd, dat hy, om naar de naaſte plaats aan de overzyde van een Rivier te roeien, *den kortſten* weg niet neemen moet. Hy weet, dat zo hy uit P regt uit op R aanhieldt, hy elders laager, in S, by voorbeeld, zou aanlanden. Hy roeit derhalven met zyn Schuit op F aan, en de kragt van den Stroom, die hem een zoort van kromme Lyn doet beſchryven, brengt hem allenskens te rug en op de plaats daar hy wezen wilde. In 't roeien over Rivieren en ſtroomend Water. *Pl.* I. *Fig.* I.

De reden van dit Uitwerkzel zal men ligtelyk begrypen kunnen, zo men in aanmerking neemt, dat de Schuit volgens een loopſtreek, welke van die van den Stroom ver-

V. Les. I. Afdeel. ſchilt, voortgedreeven, een zamengeſtelde Beweeging heeft, en de werking gevoelt van twee Beweegkragten, den Roeier, naamelyk, en den loop des Strooms. Daarom ziet men ook, dat, wanneer eene van die twee kragten in vermogen toeneemt, de andere ook naar evenredigheid toeneemen en grooter worden moet, indien 'er het zelfde uitwerkzel zal blyven plaats hebben. Wanneer de Stroom door 't waſſen van 't Water en de Rivier een ſneller loop gekreegen heeft, moet ook de Schuitevoerder meer kragt doen en ſterker arbeiden, om op de zelfde plaats aan te komen; of anders moet hy met zyn Schuit hooger, dan hy plagt, aanhouden: en dit laatſte is 't, dat men de Schuitevoerders, op Rivieren en alle Waters daar Stroom gaat gewoon te vaaren, in zulk een geval kiezen ziet.

In 't zwemmen der Viſſchen. De Viſſchen leveren ons ook een vry merkwaardig voorbeeld uit van zamengeſtelde Beweeging. Als ze zig naar deezen of geenen kant ter zyden omdraaijen willen, doen ze een ſlag met hun Staart en ſlaan 'er het

Wa-

Water mede: de Vloeiſtof, met zoo veel ſnelheid, als ze geſlagen wierdt, niet wykende, verſtrekt het Lighaam van den Viſch tot een *Draagpunt* om als op te ſteunen, en zig of regts of ſlinks te wenden. Maar wanneer de Viſch voorwaarts zwemmen wil, doet hy altyd eerſt vooraf met zyn ſtaart twee ſlagen, die hy zeer gezwind, en niet naar de zelfde zyde, maar gins en herwaarts naar weêrskanten, doet: door dien tweederleien Indruk neemt het Lighaam een zamengeſtelde Beweeging aan, gaat noch ſlinks noch *regts*, *maar* begeeft zig voorwaarts langs een Loopſtreek, die juiſt het midden houdt tuſſchen beiden. V. LES. I. AFDEEL.

In kruipende Gediertens. *De* zelfde manier, van door middel van ſchuinze en regtdraads tegen elkander ſtrydige beweegingen voort te ſpoeden, kan men ook daarenboven opmerken in de meeſte der kruipende gediertens, als Slangen, Adders, en dergelyke. De bekwaamheid, welke die zoorten van Dieren bezitten, om zig van die twee beweegingen te bedienen, en dezelve op verſchillende wyzen te kop-

V. LES. I. AFDEEL. pelen en te veranderen, ſtelt hen in ſtaat om niet alleen met overgroote ſnelheid weg te vlugten, maar zelfs ook om hunne vervolgers door konſtig draaien en wenden te bedriegen en te ontſnappen.

In 't vliegen der Vogelen. De Vogels en 't meerendeel der gevleugelde Inſekten maaken ook, als ze zig omkeeren willen, van hunne vlugt een zamengeſtelde Beweeging. Zy doen, in zulk een geval, met hun eene Wiek of ſterker of menigvuldiger ſlagen, dan met de andere: gelyk men zulks ligtelyk kan opmerken, als men een Kapel ziet vliegen. De onregelmaatigheid van derzelver beweegingen is het uitwerkzel en teffens een zeer zigtbaar bewys, van de ongelyke werking en kragt, die ze doet met haar eenen en anderen vleugel.

En Scheepsvaart. De Konſt bootſt in zommige opzigten de Natuurlyke Werktuigkunde na, waar van zig de Dieren in 't maaken hunner zamengeſtelde beweegingen bedienen. Dagelyks ziet men Hooiſcheepen en andere Vaartuigen de Rivier afkomen, die alleen in beweeging gebragt en gehouden worden door

door den Stroom, en door middel van een kleine Riem, welke kort en tamelyk breed is, en door een Man onophoudelyk regts en ſlinks bewoogen wordt; eveneens omtrent gelyk een Karper zyn Staart ſlaat, als hy voorwaarts zwemt. V. LES. I. AFDEEL.

Maar een vry volmaakter en ongelyk fraaier navolging van die zamengeſtelde Beweegingen ontmoet men in de verwonderenswaardige Toeruſting en 't Scheepswerk eener Galei, waar in men de goede order en ervaarenheid, *met een onbeſchryffelyke* behendigheid *en konſt*, verſcheide rangen van Riemen ziet bezigen, om de ſnelheid en ſtreek van 't Vaartuig naar welgevallen te veranderen, en op verſchillende wyzen te verwiſſelen.

III. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

ABCD vertoont een kleine *Billard*tafel, op wier een eind een houten Raam loodregt ſtaat, 't welk twee Vleugels, E, F, draagt, die beide draaien kunnen: aan ieder van die *Vleugels* hangt een Yvooren Hamer, die zig *PL. 2. Fig. 9.*

vry

V. LES. I. AFDEEL.

vry beweegt rondſom het Punt G. Die Hamers kan men, door de Vleugels, daar ze aan hangen, min of meer te doen draaien, een beweegſtreek geeven naar welgevallen, en men doet ieder van hun zulk eene ſnelheid, als men verkieſt, aanneemen, door hen uit een grooter of kleinder Boog, langs de in graaden afgedeelde Boogſtukken, HE, HF, dog altoos beiden teffens en op een zelfden tyd, te laaten vallen op den yvooren Bal, die in H geplaatſt is.

Uitwerkzels.

Als de Hamers even veel ſnelheid hebben, en de beide Vleugels de zelfde hoeken maaken met de Lyn HI, volgt de Bal na den Slag ook die Beweegſtreek, en loopt de Lyn HI langs. Maar als de Slagen in kragt verſchillen, of de Vleugels en daar door de Rigtingen der Hamers met verſchillende hoeken, en min en meer ſchuins op de Lyn HI ſtaan, beſchryft ook de Bal een Lyn, die 'er van verſchilt, en zig min of meer van HI verwydert, gelyk HB, of HK; alles naar

maate

maate van de evenredigheid, waar in de Beweegkragten, die hem voortdreeven, ſtonden tot malkanderen.

V. LES. I. AFDEEL.

Opheldering.

Proefneeming met ongelyke en min of meer ſchuinze beweegkragten.

Deeze Proefneeming moet men op den zelfden voet, als de voorgaande, begrypen. Indien een der twee Hamers maar alleen werkte, zou hy den Bal, met die ſnelheid en beweegſtreek, daar hy meê ſloeg, voortdryven: dezelve zou derhalven naar M, by *voorbeeld*, of *naar N loopen*: maar als ze beiden te gelyk op een zelfden tyd werken, neemt de Bal, dewyl een Lighaam niet naar twee verſchillende en regtdraads ſtrydige plaatſen teffens loopen kan, door dien dubbelden ſlag een beweeging aan, die uit die twee ſnelheden en die twee beweegſtreeken is zamengeſteld. In dit voorbeeld ziet men ook nog daarenboven, dat twee Beweegkragten, eenmaal een Lighaam ingedrukt, ſchoon de oirzaaken vervolgens met werken ophouden, egter het zelfde uitwerkzel te weeg brengen, en het Lighaam een zamengeſtelde

Het Lighaam blyft beweegen, ſchoon 'er de kragten niet meer op werken.

de

V. Les. I. Afdeel.

de Beweeging doen behouden, even als of ze nog inderdaad voortgingen met 'er op te werken: want deeze twee Hamerſlagen doen, gelyk ieder ligtelyk begrypt, net de zelſde uitwerking op den Bal, als de twee Draaden, op den zelfden tyd aangetrokken, deeden op 't gewigt in de Tweede Proefneeming.

Gevolgen.

'T Werpen van iets, terwyl men met Schuit, Rytuig, of Paard, voortſnelt.

Het geen men onder 't ryden werpt door 't portier van een Koets of uit een Rytuig; 't geen men, in een Schuit zittende, die door een ſterken Stroom of anderzins tamelyk ſnel voortgaat, op den oever werpen wil, of van een Paard, terwyl men 'er meê voortrent: komt nooit op de plaats, daar men het dagt te brengen, zo men alleen maar den Indruk en Loopſtreek in agt neemt, die men 'er aan geeft met zyn Arm. Want behalven deeze moet men ook nog ſtaat maaken op de beweeging van het Rytuig, van de Schuit, of van het Paard, daar het weggeworpen Lighaam en de Arm mede deel aan heeft. Dit is ook de reden, waarom men uit een Ry-

Rytuig of Schuit, terwyl ze voortgaan, ſpringende, verwagten moet, dat men voorlyker zal neêrkomen, dan de plaats, die men tegen zig over hadt op 't oogenblik dat men uitſprong. Dog men moet zig niet verbeelden, dat de Toevallen, die by dergelyke gelegenheden gebeuren, daar uit ontſtaan, dat deeze zamengeſtelde Beweeging, ſchuinzer wordende, door die ſchuinsheid van haar Loopſtreek het Lighaam niet ver genoeg brengt om het Land te bereiken, of de Wielen van het Rytuig te ontwyken: want indien, by voorbeeld, in *Figuur* 3, de Lyn MC het Rytuig verbeeldde, ziet men ligtelyk, dat het uiteind *m* van de Hoeklyn 'er even ver van af is, als het Punt G: maar de oirzaak van 't kwaad beſtaat daar in, dat men een Vlak of Lighaam tot zyn *Draagpunt* heeft, dat niet vaſt ſtaat, en wiens beweeging dikwils een onverhoedſen Val veroirzaakt.

V. LES. I. AFDEEL.

't Springen uit Schuiten en Rytuigen.

PL. I. *Fig.* 3.

Point d'appui

De Steen van de eene of d'andere Vrugt, een Kerſeſteen, by voorbeeld, ſchuins gedrukt, en tuſſchen duim en vinger wegglippende,

't Schieten met Kerſe- en andere Steenen.

V. LES. I. AFDEEL. pende, is een bekend en gemeenzaam voorbeeld eener zamengeſtelde Beweeging, door den Indruk van twee kragten veroirzaakt, wier uitwerkzels ſtand houden, en derzelver evenredigheden blyven volgen, ſchoon die oirzaaken niet meer op 't Lighaam werken.

Zonderling geval van de Billard. Dit voorbeeld brengt my een ander te binnen, dat minder bekend is, doch waar van egter de liefhebbers van de *Billard* doorgaans niet onkundig zyn. Als men met den *kant* van zyn hand ſlaat op een Bal buiten het vlak van deszelfs *Middellyn*, die loodregt op 't bekleedzel ſtaat, daar hy op legt, ſpringt hy in 't eerſt voorwaarts, even gelyk de Kerſeſteen, die ſchuins van twee zyden gedrukt wierdt: maar, 't geen zonderling ſchynt, is, dat de Bal, na dus 8 of 10 Duimen voorwaarts geloopen te hebben, al rollende weder te rug keert naar de plaats daar hy van daan kwam.

Equateur

Deszelfs Verklaaring. Ligtelyk zal men de reden van dit Verſchynzel begrypen kunnen, als men in aanmerking neemt, dat men den Bal, door hem op die wyze te treffen, twee zoorten van

Be-

ging heeft doen aanneemen: naame-ene in een Regte Lyn voorwaarts, die, hy eerſt gehoorzaamde; en eene an-n omwenteling om zyn As, en wel en kant heen, die tegen zyn regt-he Beweeging overſtaat: even gelyk n de Schyf van een Katrol ziet ge-en dezelve zig in 't Blok, daar ze, omdraaien, als men haar ſchuins kant ſlaat. Deeze laatſte zoort van Beweeging merkt men in den Bal niet, zoo lang hy of het *Kleed niet raakt*, of 'er met *al te groot een* ſnelheid over glydt: maar zoo dra die regtſtreekſche Beweeging door de *Wryvingen* genoegzaam vertraagd geworden *is*, en *hy* op 't kleed ſtil zou blyven leggen, brengt de omwentelende Beweeging, die een regtſtreeks ſtrydigen loop heeft, hem weder op zyn plaats te rug. Want een Bal kan onmogelyk draaien op een Vlak, zonder van plaats te veranderen, indien hy dat Vlak raakt met de Middellyn van zyn Omwenteling; ten zy men mogelyk veronderſtellen wilde, dat 'er oppervlakten zyn, die geen wryving

V. LES. I. AFDEEL.

Frottemens

V. LES. I. AFDEEL.

maaken: iets dat in de Natuur niet te vinden is.

Zamengeſtelde Beweeging door kragten, die van evenredigheid veranderen.

Tot hier toe ſpraken we van een zamengeſtelde Beweeging, door de werking van verſcheide Beweegkragten veroirzaakt, die beſtendig de zelfde evenredigheid tot elkanderen bleeven behouden: nu zullen we verder onderzoeken, hoe het met de zamengeſtelde Beweeging gaat, als die evenredigheden veranderen: ik wil zeggen, als van twee Beweegkragten, by voorbeeld, die op een zelfden tyd werken, de eene allenskens of ſterker of zwakker wordt: of ook wel, 't geen op 't zelfde uitkomt, als een Lighaam twee Indrukken, die het een zamengeſtelde Beweeging deeden aanneemen, ontfangen hebbende, een van dezelve, door eenige vreemde of toevallige oirzaaken, vermeerderd of verminderd wordt: gelyk indien de Draad F H van de Tweede Proefneeming, in plaats van telkens, als hy by eene zyner evenwydige Lynen komt, een altyd even groot gedeelte korter te worden, in 't eerſt één gedeelte, vervolgens anderhalf, en zoo voorts,

PL. 2. Fig. 8.

voorts, of wel in de omgekeerde orde, twee, anderhalf, één deel in lengte afnam.

V. LES. I. AFDEEL.

Uit de Proefneemingen en Voorbeelden, die we in dit Stuk bybragten, heeft men kunnen merken, dat de zamengeſtelde Beweeging altyd geſchiedt in een Regte Lyn, zoo dikwils als dezelve veroirzaakt wordt door den Indruk van twee Beweegkragten, die beſtendig de zelfde evenredigheid tot elkanderen blyven behouden; 't zy dan, dat ze in 't geheel geene veranderingen ondergaan; 't zy dat de veranderingen, die ze lyden, van weêrzyden gelyk en evenredig zyn: want de uitwerkzels, die op ieder oogenblik worden te weeg gebragt, als M*b*, *bk*, *kl*, *lo*, &c, leggen alle in de zelfde Beweegſtreek, en derzelver ſom maakt de Hoeklyn M*n* uit. Maar geheel anders is het met de zaak gelegen, wanneer de evenredigheid der Beweegkragten tot elkander verandert. Het uitwerkzel van ieder oneindig klein Tydpunt is wel een Regte Lyn, welke het Ligchaam uit kragt van de voorheen geſtaafde Wet altoos beſchryft, maar elk van die

Haar Beweeging geſchiedt in een kromme Lyn.

PL. I. Fig. 3, 4.

V. Les. I. Afdeel. *Pl. 3. Fig. 10.*

Regte Lynen heeft haar eigen en byzondere ſtreek, al naar dat de wezendlyke geſteltenis was der Beweegkragten op dien tyd: gelyk men uit *Figuur* 10 zien kan. Want indien het Lighaam M waterpas voortgedreeven wordt door een kragt, wier werking beſtendig op alle oogenblikken de zelfde blyft, en het ter zelfder tyd gevoerd worde van boven naar beneden door een ander vermogen, dat allenskens en hoe langs hoe meer toeneemt en grooter wordt, gelyk, by voorbeeld, de Lynen M *a*, *ab*, *bc*, *cd*, &c.: dan zal het Lighaam M, geduurende den eerſten tyd, tot aan 1 loopen, op het eind van den tweeden tyd zal het in 2 zyn, vervolgens in 't punt 3, dan 4, en zoo voorts. Ieder van die Lynen is, gelyk men ziet, een kleine Hoeklyn, maar uit derzelver volgreeks en aaneenſchakeling wordt een kromme Lyn geboren, die naar maate van de evenredigheid der beweegende kragten verandert. Twee Proefneemingen zullen deeze Redeneering kunnen ophelderen, en als zigtbaar maaken.

IV. Proef-

IV. PROEFNEEMING.

V. LES. I. AFDEEL.

Toeſtel.

Het Werktuig, in *Figuur* 11 verbeeld, beſtaat uit twee Vlakken, loodregt ſtaande, wier een A B C, wat meer voorwaarts dan het ander geplaatſt, van boven boogswyze is uitgerond, en in dat gedeelte een zoort van Goot of Sleuf A B heeft, tuſſchen dit en 't ander Vlak, dat meer agterwaarts ſtaat. Dit laatſte Vlak is van B tot D verdeeld in drie gelyke, *en van B tot C* in drie ongelyke deelen, *die in* grootte allenskens toeneemen, in de evenredigheid van 1, 3, 5. Op de Hoeken, welke de *Deellynen* met elkanderen maaken, heeft men Ringen, loodregt tegen het Vlak, vaſtgemaakt; en het gantſche Stel ruſt op een Voetſtuk, dat men door middel van drie Schroeven waterpas maakt.

Pl. 3. Fig. 11.

Lignes de Diviſion

Uitwerkzels.

Men laat een Metaalen Bal door de Goot A B loopen, en hy beſchryft, door de Ringen heen vallende, de kromme Lyn B E F.

V. LES. I. AF-DEEL.
Een Lighaam door een waterpas en een loodregt werkende kragt bewogen, beſchryft een kromme Lyn.

Ophelderingen.

Wanneer de Bal uit A tot aan B gekomen is, heeft dezelve, door middel van den Cirkelboog, dien hy doorliep, een zekeren trap van ſnelheid verkreegen, waar meê hy volgens de Loopſtreek B D tragt voort te ſnellen. Die Lyn zou hy ook, uit kragt van de eerſte Wet der Enkelde Beweeging, volgen, indien 'er niets was dat hem daar in weêrſtond en zulks belette. Maar de Bal heeft zwaarte; en de zwaarte, gelyk wy eerlang zien zullen, is een kragt, wier ſtreek en neiging van boven naar beneden is, en die de Lighaamen een verſnelde Beweeging byzet. Dus bevindt zig dan de Bal, zoo dra hy in 't Punt B komt en door de goot niet langer wordt onderſteund, onder de werking van twee Beweegkragten; de eene, zyn ſnelheid, die hy verkreeg door uit het Punt A neer te daalen; de ander, zyn eigen zwaarte. De Eerſte, wier ſtreek op D aanloopt, is eenparig en zig zelve gelykvormig: de Tweede, wier neiging naar E ſtrekt, is een verſnel-

len-

lende beweging. Dewyl nu de ruimten of wegen, welke de Bal, al vallende, doorloopt, noch zelve gelyk zyn aan elkander, noch eenige beſtendige Evenredigheid houden met die, welke hy, voorwaarts ſpringende, aflegt, doet de verandering van Loopſtreek, die hy yder oogenblik ondergaat, hem de kromme Lyn BEF beſchryven.

V Les. I. Afdeel.

Gevolgen.

De Zwaarte-kragt doet de bewoogen Lighaamen van Loopſtreek veranderen.

Ontelbaar zyn de voorbeelden, die ons doen zien, dat de Zwaarte de bewoogen *Lighaamen van Loopſtreek* doet veranderen, zoo dikwils als dezelve volgens een andere ſtreeklyn, als deezer neiging is, bewoogen worden: *'t is* een kragt, die haar werking doet zoo wel als alle andere kragt in dergelyk geval doen zou; en dat men haar uitwerkzel zomtyds niet zigtbaar en duidelyk gewaar wordt, komt alleen daar van daan, dat het ander vermogen, 't welk ter zelver tyd op het Lighaam werkt, merkelyk grooter is en kragtiger.

Een Kogel daalt.

Een *wel in 't Stuk paſſende* Kogel, op 70 ſchre-

V. LES. I. AF-DEEL.

den geſchooten, ſchynt weinig of niet gedaald te zyn: zo men enkel naar den uiterlyken ſchyn oordeelen wilde, zou men zeggen, dat hy in zyn ganſche beweeging alleen de kragt en werking van 't Kruid gehoorzaamd, en zyn eigen zwaarte 'er niets toegedaan heeft; dewyl hy zig beſtendig in die zelfde Loopſtreek, volgens welke het Geſchut geſteld was, ſchynt gehouden te hebben.

zoo dra hy uit 't Geſchut komt.

de Calibre

Dog men heeft hier op twee zaaken te letten. Voor eerſt, dat de ſnelheid van den Kogel op zulk een Afſtand zoo groot is, en de tyd bygevolg dien hy daar toe beſteedt zoo kort, dat zyn zwaarte hem niet dan ſlegts een zeer gering en klein deeltje wegs zou doen daalen, indien men hem, geduurende dien zelfden tyd, Loodregt vry vallen liet: die Val derhalven zal ook niet grooter zyn nog merkelyker, als het Ligchaam middelerwyl door een andere beweeging elders heen verplaatſt wordt. Ten anderen moet men ook agt geeven (en deeze reden is wel de gewigtigſte) dat het Ligchaam of de Loop van allerley Schiet-

ge-

geweer naar vooren dunder toeloopt, en by de Broek dikker is dan aan de Tromp; zoo dat de *Miklyn* G H, en de waare Loopſtreek van den Kogel elkanderen op zekeren afſtand kruiſſen, gelyk men in *Figuur* 12 zien kan. Dus meent men, dat men op H aanlegt, terwyl men ondertuſſchen inderdaad den loop van den Kogel rigt op I: en als men op een behoorlyken afſtand ſchiet, indien de kragt van 't Kruid naar den eiſch en wel geſchikt zy naar 't gewigt van den Kogel, en de hoek, door de Miklyn, en *door de ſtreeklyn* van den hollen of binnenloop gemaakt, een goede Evenredigheid hebbe, zal de werking der zwaarte den Kogel de Lengte van I H doen daalen, en men zal dus door een waarlyk zamengeſtelde Beweeging het doel treffen, dat men ſlegts door middel van enkelde Beweeging, door 't ontſtoken Buskruid veroorzaakt, meende te zullen beſchieten. Al het Schietgeweer derhalven doet, uit hoofde van zyn maakzel, den Schoot ryzen; en als 'er over geklaagd wordt als over een gebrek, heeft men zulks al-

V. LES. I. AFDEEL.

Ligne de Mire

Pl. 3. *Fig.* 12.

Het Schietgeweer doet altoos den ſchoot ryzen.

V. LES. I. AFDEEL. *Raion Viſuel* alleen te verſtaan van een geweer, dat het te veel doet. Want indien de Loop overal volkomen even dik was, zou de *gezigtſtraal* of Miklyn Evenwydig zyn aan de ſtreeklyn van den Kogel: deszelfs gewigt zou den ſchoot onvermydelyk doen daalen, en dit gebrek in 't maakzel van 't geweer zou den ſchieter verpligten, om op de werking der zwaarte te denken en ſtaat te maaken.

Afloop van water van de Daken, geſchiedt ook in een kromme Lyn. Alle Afloopen van water, die niet volkomen Loodregt geſchieden, leveren ook verder voorbeelden uit van zamengeſtelde Beweegingen in kromme Lynen, veroorzaakt door Beweegkragten, wier werkingen niet beſtendig in alle oogenblikken dezelfde Evenredigheid tot elkanderen blyven behouden. Het water, by voorbeeld, dat van een Dakgoot afloopt, ſpringt waterpas voorwaarts uit, met die ſnelheid, welke het door zyn Afloop langs het Dak verkreeg. Deze ſnelheid, nu, is eenpaarig, en aan zig zelve gelykvormig; maar ter zelver tyd wordt het water Loodregt van boven naar beneden gedreeven door een kragt, die yder oogenblik

toe-

toeneemt en grooter wordt. Uit deeze tweederley werking ontſtaat een kromme Lyn, die door den aanhoudenden afloop van 't water voor 't oog in haar ganſche Lengte zigtbaar wordt, en wier uit-end, daar de val neêrkomt, zoo veel verder voorwaarts reikt, als de waterpas ſnelheid van 't Dakwater grooter *is*: gelyk men duidelyk gewaar wordt by een zwaaren plasregen, die overvloed van water en ſterken afloop geeft: want dewyl in zulk een geval de klomp waters merkelyk grooter en zwaarder *is*, word hetzelve ook minder door de wryvingen of den weerſtand van de Lugt in zynen Loop vertraagd. V. LES. I. AFDEEL.

V. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Over twee Snaaren, van het een Eind van de kamer tot het andere, ſterk en Evenwydig aan elkanderen geſpannen, doet men het plankje L M loopen, 't welk men naar zig trekt door middel van een dun touwtje, dat over het katrolletje N gaat. In 't midden *PL.* 3. *Fig.* 13.

van

V. LES. I. AFDEEL. *Cylindre* — van dat beweegbaar Plankje is een ſtuk van een pyp of metaalen buis, waar in een klein *Rolletje* van hard hout geplaatſt is, dat zig, zonder 'er uit te komen, op en neêr beweegen kan: onder hetzelve ſtaat een Hamer, gedreeven door een veer, die zig ſpant, als men den ſteel van dien Hamer brengt door de ſleuf of langwerpige opening by L in 't plankje gemaakt; daar dezelve met een ſchaar of doorgeſtoken dwarsyzertje O wordt vaſtgehouden. Aan dit ſchaartje of dwarsyzertje is een dun Touwtje, 2 of 3 voeten lang, gebonden, dat men op dezelfde wys als de twee ſnaaren aan den muur vaſtmaakt. In 't metaalen buisje doet men een *welpaſſend* (*de Calibre*) yvooren balletje, en trekt daarop het plankje, zoo gelykvormig als eenigzins mogelyk is, voorwaarts, en met eene ſnelheid, die het omtrent 8 of 10 voeten in eene ſekonde zou doen doorloopen.

Uitwerkzels.

Als het Plankje omtrent een derde gedeelte van den weg voortgetrokken is, ontſpant het

het Dwarsyzertje, door het Touwtje, daar 't aan vaſt is, tegengehouden en uitgetrokken, de veer, die daarop den Hamer aandryft; wiens ſlag, van onderen tegen het klein Rolletje treffende, door hetzelve aan 't yvooren Balletje wordt meêgedeeld. Het wordt daar door uit het metaalen Buisje gedreeven, vliegt om hoog, en valt, een kromme Lyn maakende, weer neêr op het plankje, dat ondertuſſchen, terwyl het Balletje in de Lugt was, even als te vooren wierdt voortgetrokken.

V. LES. I AFDEEL.

Ophelderingen.

Een kogeltje, waterpas en Loodregt om hoog tefſens gedreeven, beſchryft een kromme Lyn.

Indien het Plankje ML, terwyl de Hamer zyn ſlag deedt, niet voortgetrokken wierdt, maar onbeweeglyk ſtil ſtondt, ziet men ligtelyk, dat het Balletje Loodregt langs de Lyn PP opwaarts zou vliegen: duidelyk begrypt ook yder, dat het Balletje, zo het geen andere beweeging kreeg, dan die, welke het gemeen heeft met het Plankje, zig zoo min, als dat Plankje zelf, van zyn waterpasſtreek verwyderen zou:

maar

V. LES. I. AFDEEL.

maar wanneer het, gelyk nu, met tweederley teſſens ingedrukte beweegingen begint te loopen, vereiſcht de wet van zamengeſtelde Beweeging, dat het een Middel-loopſtreek tuſſchen die beiden aanneeme, en de eene of de andere Lyn, die ſchuins op den gezigteinder ſtaat, als P Q of P R, in zyn vlugt naar boven beſchryve. Zoo dra het nu eenmaal den Loop langs eene dier Lynen heeft aangenomen, zou het 'er, uit kragt van de Eerſte wet der Enkelde Beweeging, beſtendig by blyven, indien zyn eigen zwaarte het zulks niet belette. Die kragt der zwaarte, die als in het Lighaam zelf van het Balletje huisveſt, en hetzelve onophoudelyk dringt om te daalen, doet het hoe langs hoe meer van de Loopſtreek, die het hieldt, afwyken: en dewyl de wegen, welken die kragt der zwaarte het Balletje, yder oogenblik van zyn val en zakking, doet doorloopen, allenskens toeneemen, en geduurig al langer worden (gelyk wy naderhand, als wy van de wetten der zwaarte ſpreeken, wat naauwkeuriger onderzoeken

en

en verklaaren zullen) heeft zulks dit gevolg, dat het Balletje in den zelfden tyd, waar in het de Lyn PR zou afgeloopen hebben, nu langs de Lyn PTS in 't punt S komt; en dat het Plankje MZ, 't welk ondertuſſchen vaſt eenpaarig in zyn beweeging voortging, zig bevindt juiſt op de plaats, alwaar het Balletje in 't einde van zynen val nederkomt. V. LES. I AFDEEL.

Gevolgen.

De Proefneeming, welke wy zoo aanſtonds *opheIderden*, geeft ons het Antwoord *op de volgende* vraagen aan de hand. Oploſſing van de Vraagen, over den vallenden Matroos,

1. Wat gevaar zou een Matroos loopen, die, terwyl het ſchip onder zeil was en ſnel door zee ging, uit de Mars van boven neer viel? Zou hy gevaar loopen om te verdrinken in 't water, of zou hy met den val op 't verdek neder komen?

2. Waar zou een Oranje-appel blyven, dien een Ruiter, in vollen galop, doorrennende, Loodregt in de Lugt wierp? Zou het Paard denzelven vooruitloopen, en verre voorbyzyn, als hy weêr nederkwam? Om hoog geworpen Appel,

3 Ver-

V. Les. I. Afdeel. en loodregt opgeſchooten kogel.

3 Veronderſtellende, dat de Aarde in 24 uuren om haar As draait en dat een kanon of mortier, onder de Middellyn geplaatſt, een ſnelheid van beweeging had, die omtrent 250 halve Roeden op yder ſekonde haalen kon en doorliep: zou dan een kogel, Loodregt daar uit naar boven geſchooten, die loopſtreek, zoo in 't klimmen als in 't neêrvallen, volgen?

De Matroos valt, langs een kromme lyn, aan den voet van de Maſt neer.

Uit de voorgaände ophelderingen volgt, dat de Matroos aan den voet van de Maſt zou nederkomen, langs een lyn, welke een yder, die op het Schip was, Loodregt zou toeſchynen, maar wier kromte men ligtelyk gewaar zou worden, als men op het Land ſtondt. Want het is wel waar, dat zyn val Evenwydig zou zyn met de Maſt, die regt is; maar de verſcheiden deelen of ſtippen van die Maſt, daar de Matroos zig in zyn val, 't eene voor 't ander na, tegenover bevond, zouden door 't geduurig voortzeilen van het Schip, 't een minder het ander meerder, in de waterpas-Loopſtreek voorwaarts gevorderd geweeſt zyn; en uit de aaneenſchakeling van al die

ver-

verſcheiden ſtippen en deelen zou een kromme Lyn moeten geboren worden, dewyl de val geſchiedt met een verſnelde beweeging. Ligtelyk zal men zulks begrypen kunnen, als men, by voorbeeld, de Lyn M*f* voor de Maſt neemt, de deelen, tuſſen de Letters M, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, ingeſlooten, voor de hoogten, welke de Matroos geduurende zyn val, in gelyke Tyden, afloopt of neervalt, en de Lyn Mc of *f* 6 voor den weg, dien het ſchip middelerwyl waterpas gevorderd is.

V. LES. I. AFDEEL.

Pl. 3. *Fig.* 10.

De Oranje-appel van den Ruiter en de Kanonkogel zouden zig net volmaakt in de zelfde omſtandigheden bevinden, als het yvooren Balletje van onze laatſte Proefneeming, en 't zou 'er ook net eveneens meê afloopen, noch de een noch de ander zouden agteruit raaken en voorbygeloopen worden: en indien 'er geen toevallige oirzaaken bykwamen, die zulks beletten, zou de Oranje-appel in de hand van den Ruiter weêr neêrkomen, en de Kogel weder in de Tromp van 't Kanon vallen, daar hy uit

De Appel in de hand van den Ruiter, en de Kogel in de Tromp van 't Geſchut.

V Les I Afdeel.

geſchooten was; 't geen yder zonder veel moeite zal kunnen begrypen, indien hy op deeze twee Veronderſtellingen ſlegts de zelfde redenen wil toepaſſen, daar wy ons van bedienden, om de beweeging van 't yvooren Balletje te verklaaren.

Dog alleen ten naaſten by, op de Proef.

Dog ſchoon men in de Beſpiegeling zulk een beſluit óver die Uitwerkzels met volkomen zekerheid kan opmaaken, heeft men ze egter met 'er daad en by ondervinding juiſt zoo zeker niet te wagten. Want op dat oogenblik, dat het Lighaam zyn loop begint, is deszelfs beweeging juiſt geſchikt en overeenkomſtig met den aart en geſteltenis der twee Beweegkragten, zoo als ze zig op het oogenblik van deszelfs vertrek bevonden: maar doorgaans zal het gebeuren, dat het beweeglyk Vlak, 't welk het Lighaam in zyn Val weêr vangen moet, eer het nog nedervalt, de eene of de andere verandering ondergaat, 't zy in zyn ſnelheid, 't zy in zyn loopſtreek; of wel, dat het Lighaam zelf hinderpaalen ontmoet, die de evenredigheid der Indrukzels, welken zyn

za-

zamengeſtelde Beweeging veroirzaakten, min of meer veranderen. Doch in gevallen van deezen aart kan een *ten naaſten by* voldoen, en zulks ontmoet men 'er byna altoos: of, zo het verſchil te groot mogt zyn, is 'er de oirzaak altyd gemakkelyk van te ontdekken.

V. LES. I. AFDEEL.

TWEEDE AFDEELING.

Over de Middelpuntskragten.

Uit alles wat we in de voorgaande Leſſen over de Enkelde Beweeging, en in deeze laatſte over de Zamengeſtelde Beweeging, aangetoond en tot opheldering gezegd hebben, kan yder ligtelyk opmaaken, dat 'er, natuurlyker wyze en eigentlyk geſproken, geene Beweeging geſchiedt in een kromme Lyn. Een Lighaam, 't zy door een, 't zy door verſcheide Beweegkragten teffens, met zekere ſtreek en ſnelheid eens in beweeging gebragt, poogt altyd in dien ſtaat, daar 't in

Een kromme Lyn beſtaat uit een oneindig getal van kleine regte.

V. LES. 2. AFDEEL. is, te volharden, en die ſtaat beſtaat daar in, dat het met zyn ſnelheid van 't eene punt tot het ander voortga langs den kortſten weg, die een regte lyn is. Wanneer men derhalven een Lighaam in zyn Beweeging een kromme lyn ziet beſchryven, moet men den weg, dien het afloopt, aanmerken als een reeks en aaneenſchakeling van agtervolgde en onafgebroken Beweegingen, doch wier byzondere loopſtreeken yder oogenblik van Rigting veranderen, en met elkanderen zeer ſtompe Hoeken maaken: eveneens gelyk men een Cirkel, of andere kromme Lyn gewoon is aan te merken, als een ſchakeling of volgreeks van oneindig korte regte lyntjes, die ongevoelig naar elkander hellen en ſchuins aaneen ſtaan, gelyk, by voorbeeld, de Lyn 1, 2, 3, 4, 5, 6 zou zyn, indien de deelen, tuſſchen de getallen begreepen, geen lengte van eenig belang hadden.

PL. 3. Fig. 10.

Zy wordt door kragten met veranderen- Zulk een volgreeks derhalven van Beweegingen in regte Lynen, uit wier aaneenſchakeling de kromme Lyn geboren wordt, kan

kan geen uitwerkzel zyn van een enkele Beweegkragt; zelfs zouden verſcheiden met elkanderen teffens niet in ſtaat zyn om dezelve voort te brengen, indien ze niet onophoudelyk van evenredigheden, waar in ze onderling tot malkander ſtonden, veranderden; gelyk wy in de voorgaande Afdeeling verklaard en beweezen hebben.

V. Les. 2. Afdeel. de evenredigheden veroirzaakt.

Maar deeze evenredigheden kunnen niet alleen veranderen ten opzigt van haar *Kragtgraaden*, dat is, de hoeveelheid, den trap van vermogen en kragt, die ze bezitten, en van *welke* wy tot nog toe alleen ſpraken; maar zy kunnen ook verandering ondergaan ten opzigt van de ſtrekking, de loopſtreeken der beweegende kragten; wanneer deeze ook niet altyd beſtendig de zelfde blyven, in dit ſtuk der zamengeſtelde Beweeging, en, wat daar door veroirzaakt worde, ſtaat ons nu nog te onderzoeken.

Die evenredigheden veranderen niet alleen in haar vermogen, *Intenſité*

Veronderſtellen we eens, dat het Lighaam A, *Fig.* 14, in beweeging gebragt worde door twee kragten, die tot malkanderen ſtaan als A C en A B, zoo wel ten opzigt van haar

Maar ook ten opzigt van de Beweegkragten.

V. LES. 2. AFDEEL. *PL.* 3. *Fig.* 14.

Kragtgraaden als van haar Beweegſtreeken, dat is te zeggen, dat zy in vermogen tot elkander ſtaan als 1 tot 3, en dat haar loopſtreeken een regten Hoek maaken in 't punt A; dan zou 'er ongetwyffeld uit volgen, dat de zamengeſtelde Beweeging haar loop zou beginnen met A*d*, en denzelven vervorderen tot in D, indien 'er ondertuſſchen geen de minſte verandering in de evenredigheden voorviel: maar zo eens de twee Beweegkragten op 't einde van dien eerſten Tyd A*d* zig wederom op de zelfde wyze ten opzigt van malkanderen geſteld bevonden, als ze waren in 't begin der beweeging; zo, by voorbeeld, de neiging naar D zoo blyvende, gelyk ze uit kragt der zamengeſtelde Beweeging zyn moeſt, de andere kragt haar eerſte en oirſpronkelyke ſtreek veranderende, zig naar H rigtte, zou de zamengeſtelde Beweeging op nieuw weêr een andere zamenſtelling ondergaan, en het Lighaam in *e* komen: en indien 'er naderhand weer iets dergelyks gebeurt, en dat ééne der kragten een neiging naar I krygt, zal men het Lighaam

haam naar *f*, daarna naar *g*, en vervolgens naar *h* zien loopen; zo de Punten K en L, het een ná 't ander, het doel worden, werwaarts zig de kragt rigt, wier ſtreek eerſt A C was. V. LES. 2. AFDEEL.

Het geen wy hier tot nog toe ſlegts veronderſtelden, heeft met 'er daad plaats in de *Beweeging* van een Slinger, en in alle andere Lighaamen, die men aan 't énd van een Touw laat omdraaien: want de hand zig in 't draaien langs de Punten C, H, I, K, L beweegende, doet het Touw de Lynen *AC*, *dH*, *eI*, *f* K, *g* L, doorloopen; en dewyl men onderſtelt, dat het Touw altyd even lang blyft, kan hetzelve een Beweegkragt verbeelden, die geen verandering ondergaat, dan alleen in haar ſtand en rigting. Indien men nu de Lynen A*d*, *de*, *ef*, *fg*, *gh*, welke het Lighaam doorloopt, als oneindig klein aanmerkt, zal derzelver aaneenſchakeling zulk een kromme Lyn uitmaaken, als men alle Lighaamen, die zig in dit geval bevinden, beſchryven ziet.

Gelyk plaats heeft in een Slinger.

PL. 3. *Fig.* 14.

V. LES. 2. AFDEEL.

Zulke Lighaamen tragten te ontſnappen langs de Raaklyn.

Uit het geen we reeds gezegd hebben, zullen we gemakkelyk afleiden kunnen, dat alle Lighaamen, die rondgedraaid worden, gelyk de Steen van een Slinger, onophoudelyk poogingen moeten doen om niet langer te draaien; want zo ze vry en los waren, zouden ze langs de eene of de andere van die kleine regte Lyntjes ontſnappen, welke ze yder oogenblik beginnen te beſchryven, als *d* D, of *e* E, en die men

Tangentes

Raaklynen noemt. Dit is een gevolg van de Eerſte Wet der Enkelde Beweeging, bekragtigd door de ondervinding. Want zo het Touw breekt, of zo men 't geheel loslaat, als de Slinger in *d* is, zal de Steen, die 'er in lag, zyn beweeging niet vervolgen door de punten *e*, *f*, *g*, *h*, maar in tegendeel langs de Lyn *d* D voortloopen: en al de konſt en behendigheid van den Slingeraar beſtaat daar in, dat hy de juiſte en eigen Raaklyn, die naar 't Wit loopt, wel weet te treffen.

Dat is, zig te

Poogingen te doen om langs de Raaklyn te ontſnappen, welke ſpreekwys wy zoo

aan-

aanſtonds gebruikten, is een uitdrukking, die men gelykluidend en van de zelfde betekenis kan aanmerken, als zig te tragten te verwyderen van het Middelpunt der kringswyze Beweeging: want men ziet klaar, dat het Lighaam A, indien het, in plaats van uit *d* naar *e*, uit *e* naar *f* te gaan, zyn loop uit *d* vervolgde naar *l*, uit *l* naar *m*, zig hoe langs hoe meer van de Punten I, K verwyderen zou. Men mag derhalven met regt in 't algemeen zeggen, dat alle Lighaamen, die men in een kromme Lyn *beweegen doet*, zig poogen te verwyderen van het middelpunt hunner Beweeging; en dat, wanneer die pooging geen uitwerking heeft, zulks daar by toekomt, dat die Lighaamen, door een tegenſtrydige kragt vaſtgehouden, en naar dat Middelpunt getrokken of gedreeven worden.

V. LES. 2. AFDEEL.

verwyderen van 't Middelpunt hunner Beweeging.

PL. 3. *Fig.* 14.

Deeze twee ſtrydig werkende kragten, die de kringswyze of kromlynſche Beweeging veroirzaaken, en onophoudelyk het Lighaam dringen, de eene om 't het Middelpunt te doen naderen, de andere om het

Middelpunts-kragten.

Forces Centrales

Force Centripete

Force Centrifuge

daar van af te doen wyken, geeft men den naam van ***Middelpuntskragten***; en om ze van malkanderen te onderſcheiden, noemt men de eerſte, ***Middelpuntzoekende***, de tweede, ***Middelpuntſchuwende*** Kragt.

Zy werken altyd regtſtreeks ſtrydig.

Tangente

De Middelpuntskragten werken regtdraads ſtrydig tegen elkander. Want ſchoon wel de middelpuntſchuwende kragt eigentlyk haar loopſtreek hebbe volgens de ***Raaklyn***, men moet 'er egter by in aanmerking neemen, dat de Straal, of halve Middellyn, die de middelpuntzoekende kragt verbeeldt, indien ze verlengd wierdt, door de Raaklyn zou geſneeden worden in een reeks van ſtippen, die zig hoe langs hoe meer van het Middelpunt verwyderen. Laat ons dit door middel eener ***Figuur*** verſtaanbaarder maaken.

PL. 3. *Fig.* 15.

Als we, by voorbeeld, eens veronderſtellen, dat het Lighaam M (*Fig.* 15.) zig op de halve Middellyn B C bevondt, en dat het vry over dezelve in de langte heen kon glyden; dan is het zeker, dat, zo men die Middellyn om het Middelpunt C draaien deedt, alle de ſtippen, tuſſchen M en B begreepen,

'

't een

't een voor 't ander na, teffens met het Lighaam, over al de ſtippen van de Raaklyn MD zouden heenloopen; en dat bygevolg het Lighaam M, zyn middelpuntſchuwende kragt gehoorzaamende, uit M regtſtreeks glyden zou naar B. Dit is ook de reden, waarom het Touw van een Slinger geſpannen blyft, zoo lang dezelve gedraaid wordt; en dat de Vloeiſtof, als men een Kroesje vol water op de zelfde wyze rond doet draaijen, wel ver van te ſtorten, in tegendeel haar kragt oeffent tegen den bodem van de Kroes. *Maar laat ons tot de Proefneemingen overgaan*, en voor eerſt doen zien, dat de Middelpuntskragten in alle zoorten van ſtoffen, 't zy vaſte, 't zy vloeibaare Lighaamen, plaats hebben, zoo dikwils als derzelver Beweeging geſchiedt in een kromme Lyn.

V. Les. 2. Afdeel.

Eerste Proefneeming.

Toeſtel.

Het Werktuig, dat in *Figuur* 16 verbeeld wordt, is een driekantige Tafel, onbeweeglyk

Pl. 3 *Fig.* 16.

V. LES. 2. AFDEEL.

lyk vaſt ſtaande op drie pooten, welke men door middel van Schroeven ligten en regt zetten kan. Naar het Toppunt van den Driehoek heeft men een regtſtandigen Styl opgeregt, die een Rad draagt, 't welk loodregt hangt, en met een handvat of op een andere wyze gedraaid wordt. Dit Rad brengt door middel van een ſnaar of koord en van twee kleine dwarskatrolletjes, twee groote waterpas liggende Schyven, A, B, in beweeging, die op yzere ſpillen loopen, en aan de twee andere hoeken van de Tafel geplaatſt zyn: deeze Schyven zyn met verſcheide ſleuven gegroefd, wier middellynen van elkander verſchillen; en op de bovenſte oppervlakte van deeze Schyven is 't dat men de ſtukken plaatſt, daar men zig in de Proefneemingen van deezen aart van bedient.

Tot het doen der Proef, die we thans bedoelen, maakt men op eene der Schyven, B, by voorbeeld, een zoort van Schraagje, C D, vaſt, zoo als het in de *Figuur* ſtaat afgebeeld. Aan een yzeren Stangetje of Draad, van het een end van 't Schraagje tot

het

het ander geſpannen, zyn twee yvooren Ballen van gelyke grootte gereegen, die met een zyden draadje, vyf duimen lang, aan elkanderen vaſt zyn, en zeer glad en gemakkelyk langs den metaalen draad, die hen draagt, glyden kunnen. Eenen van die yvooren Ballen, F, plaatſt men net in het *midden*, en den anderen, E, 'er zoo ver van af, als de lengte van het zyden draadje toelaat. V. Les. 2. Afdeel.

Uitwerkzels.

1. *Als* men het groote Rad, aan den Styl, draait, en daar door de Schyf B met het Schraagje CD een kringswyze beweeging doet aanneemen, beſchryft de Bal E een Cirkel, en ſleept den anderen, die in 't Middelpunt der Beweeging is, met zig voort naar D.

2. Als men het zyden draadje, dat de twee Ballen aaneen bondt, in ſtukken ſnydt, en daar op de Proefneeming hervat, blyft de Bal F in 't middelpunt, en de ander glydt alleen weg.

3. Als

V. LES. 2. AFDEEL.

3. Als men, tot een derde Proef, de Ballen aan elkander vaſt laatende, gelyk ze in de eerſte Proefneeming waren, dezelven van weerskanten even ver van het Middelpunt af plaatſt, zal noch de een noch de ander uit zyn plaats wyken, hoe ſterk men ze ook mag omdraaien.

Ophelderingen.

Vaſte Lighaamen, in een kromme Lyn bewoogen, krygen een middelpunt-ſchuwende kragt. *Cercles concentriques*

Wanneer men het ſchraagje waterpas ronddraait, vormt de Metaalen draad, die 'er over geſpannen is, door zyn omwenteling een kringswys of Cirkelvlak, daar hy zelf de Middellyn van is, en alle de ſtippen, in zyn ganſche Lengte van het Midden af tot aan de beide uiteinden C en D, begreepen, beſchryven zoo veele *Een-Middelpuntige* cirkels. De Bal E bevindt zig derhalven ook in een dier Cirkels, welke hy mede helpt beſchryven: die Beweeging geeft hem een Neiging, om zig langs de Raaklyn van het Middelpunt zyner omwenteling te verwyderen; en dewyl hy ruſt op een halve Middellyn, die zig zelve met hem beweegt, glydt

hy

hy langs dezelve in de lengte voort; gelyk wy zulks door middel van *Figuur* 15 zoo aanſtonds verklaard hebben. De kragt, die hem deeze Beweeging doet aanneemen, is een wezendlyke en eigentlyk gezegde kragt, dewyl ze den wederſtand overwint, niet alleen van zyn eigen gewigt en Lighaam, dat door zyn *Traagheid* zo lang als mogelyk is op den Afſtand blyft, daar men het op plaatſte, maar ook nog daarenboven dien van een ander Lighaam, dat niet ronddraait, en door een dergelyke *Neiging niet* aangedreeven wordt om van ſtandplaats te veranderen: gelyk men oogenſchynlyk ziet, als men den draad in ſtukken ſnydt. Want dewyl het Middelpunt van den Bal F zig in 't Middelpunt der omwenteling zelf bevindt, kan 'er geen Middelpuntskragt plaats hebben, dan in zyne deelen, die met 'er daad ronddraajen; maar in een *Klootrond* en *Gelykſlagtig* Lighaam, gelyk wy den Bal van deeze Proefneeming veronderſtellen, hebben alle de tegen elkander overſtaande deelen, gelyke en regtdraats tegen éénſtrydige

V. LES. 2. AFDEEL.

PL. 3. Fig. 15.

Inertie

Sphérique

Homogéne

ge

V. Les. 2. Afdeel. ge middelpunt-ſchuwende kragten; en houden elkanderen in Evenwigt. Het gaat met hun eveneens als met de Ballen E en F, wanneer ze met den zyden draad aan een gebonden, en van weêrszyden op denzelfden Afſtand van het Middelpunt van hun Beweeging geplaatſt zyn. Dog wy zullen beter in ſtaat zyn, om dit Evenwigt volkomener te doen begrypen, als wy aangetoond zullen hebben, op welk eene wys men de middelpunt-ſchuwende kragt meeten en ſchatten moet.

II. Proefneeming.

Toeſtel.

Pl. 4. Fig 16. In plaats van het ſchraagje en de twee yvooren ballen, daar wy ons in de voorgaande Proefneeming van bedienden, plaatſt men een ander op de ſchyf, dat op 't midden van zyn lengte een klein Bakje vol water draagt, waar meê twee ſchuinsleggende glazen Buizen G, H, wier andre uiteinden in de vorm van holle bollen geblaazen zyn, met haar een end

eind gemeenſchap hebben: gelyk men in *Figuur* 16 zien kan.

V. Les. 2. Afdeel.

Uitwerkzels.

Als men de Schyf A met dit ſchraagje, en 't geen 'er opſtaat, doet draajen, klimt het water uit het Bakje door de glazen Buizen op, en vervult de twee Bollen, die aan derzelver einden zyn.

Opbelderingen.

Voor dat men Schyf en Schraagje in beweeging brengt, ſtaat het water in 't onderſte gedeelte der glazen Buizen waterpas met dat van het Bakje; om dat, naamelyk, die kleine Kolommen der Vloeiſtof door haar zwaarte eyenwigt maaken met die, welke in het Bakje op de monden der Buizen ſtaan. Maar als deeze kleine gedeeltens water met een zekere ſnelheid beginnen rond te draaien, dryft de Middelpuntſchuwende kragt, ſterker geworden dan hun zwaarte, die hun tot de Middelpuntzoekende kragt verſtrekt, dezelve naar de holle bollen toe. Naar maate

Vloeiſtoffen in een kromme Lyn bewoogen, krygen een Middelpuntſchuwende Kragt.

V Les. 2. Af. Deel.

dat 'er een gedeelte opklimt, volgt 'er aanſtonds een ander hetzelve na, om evenwigt met het water in 't Bakje te maaken, en dus klimt 'er allenskens, 't een na 't ander, een menigte van gedeeltens water op, groot genoeg, om en de Buis en den Bol te vullen.

Gevolgen.

Werking der Middelpuntſchuwende Kragt

Deeze twee eerſte Proefneemingen doen ons oogenſchynlyk de waarheid zien van 't geen we voorheen gezegd hebben, dat, naamelyk, alle Lighaamen, zonder onderſcheid, in welken ſtaat zy zig ook bevinden mogen, door 't ronddraaien een Middelpuntſchuwende kragt verkrygen: het verband en de zamenhang van derzelver deelen, of hun vloeibaarheid brengt in dit uitwerkzel geen de minſte verandering: 't is een zoort van kragt, die, eveneens als de een of d'andere ſnelheid, aan alle de deeltjes der ſtof, die ronddraait, wordt meegedeeld, of liever, ze is niets anders dan die ſnelheid zelve, met deeze beweegſtreek en eigenſchap in al die deeltjes werkende.

De

De Tollen of Toppen, Draaiſchyfjes en Tolletjes, daar de Kinderen meê ſpeelen, mogen hier als voorwerpen van Leering worden aangehaald. In die gemeenzaame Voorbeelden, zeker, kunnen wy klaarlyk zien, dat de Middelpuntſchuwende kragt met zig zelve een evenwigt maakt in Lighaamen, wier As of *Zwaartepunt* niet draait of omwentelt: gelyk wy 't voorheen verklaard hebben, by gelegenheid dat wy den yvooren Bal in 't middelpunt der omwenteling geplaatſt hadden. Indien het Lighaam in zulken geval geen andere dan alleen een kringswyze beweeging heeft, zonder eenige flingering of ſchommelen, kan men ligtelyk bemerken, ſchoon het Lighaam dan veeltyds in volkomen ruſt, en pal ſtil ſchynt te ſtaan, dat egter deszelfs deelen onophoudelyk werken om zig van het Middelpunt te verwyderen, en alleen tegengehouden worden door hun natuurlyk verband en onderlinge zamenhang. Want zo men 'er de een of andere Vloeiſtof op vallen laat, verſpreid ze zig wel haaſt in 't rond, en ſpringt van

V. Les. 2. Afdeel.

In Tollen, Draaiſchyfjes, Tolletjes,

Centre de gravité

Bladz. 46.

V. Les. 2. Afdeel.

vaſte oppervlakte af, daar ze meê draaide.

In de Wielen van Rytuigen en gedraaide Slypſteenen,

De Wielen van Koetſen, Chaizen, en allerhande Rytuigen, werpen het Slyk, naar maate dat ze ſterk door ryden, een groot end wegs ver, en de Steen van een Schaarſlyper zou den Waterbak, daar hy ten deele ingedompeld is, wel haaſt geleegd hebben, en een geduurige hinderlyke ſpatting maaken, indien men geen zorg droeg om het water, dat hy te veel meêneemt, te ſtuiten door middel van een ſtuk Leêr of Vilt, dat men over de oppervlakte van den Slypſteen ſleepen laat.

In Zonnen van Vuurwerken,

De Zonnen, welke men in Konſtvuurwerken vertoont, worden, door haar ronddraaien, merkelyk grooter en fraaier; want het aangeſtoken Salpeter verſpreid zig daar door van alle kanten langs een oneindige menigte van *Raaklynen*, en maakt een vry wyder uitgebreid vlak, dan het geweeſt zou zyn, indien het brandde zonder draaien.

Tangentes

In de Heſſiſche Pomp,

Van onze Tweede Proefneeming zou men zig met groot voordeel kunnen bedienen, door het grondbeginzel, daar dezelve de

Proef

Proef en 't bewys van is, op het aftappen, het om hoog brengen en loozen van 't water toe te paſſen: 't is een middel, daar men reeds met goed gevolg gebruik van gemaakt heeft, en ik twyffel niet, of men zou 'er in zeer veele gelegenheden merkelyk nut en dienſt van kunnen trekken. De berugte *Heſſiſche* Pomp, onder den naam van *Rotatilis Suctor* den geleerden aangekondigd, welke de Heer Papin raadde en uitvondt, en waar van hy naderhand met verſcheide veranderingen gebruik maakte, beſtondt eigentlyk nergens anders in, dan in een Trom of hollen *Rol*, in 't water gedompeld, en binnen in welken men verſcheide vleugels, aan een *As* vaſtgemaakt, draaien deedt; deeze Beweeging, die het water rondsom deedt loopen, zette hetzelve een Middelpuntſchuwende kragt by; waar door het naar boven klom in een pyp of waterbuis, die in den omtrek der Trom ingezet was. Veele andere perzoonen zyn 'er geweeſt, die Pompen uitvonden, waar in men op een zeer vernuftige wyze gebruik maakte van de Mid-

V. Les. 2. Afdeel.

Actes de Leipſig, Juny 1689.

Cylindre

V. LES. 2. AFDEEL. delpuntſchuwende kragt. Men vindt 'er zommigen van by *Ramelli*, en in de lyſt der werktuigen, door de Koninklyke Akademie der Weetenſchappen goedgekeurd. Van dit Beginzel heeft men zig ook bediend in 't maaken van Blaasbalgen voor Smelt-Ovens, en van Zeeven of Wannen, om het Koorn te ziften en te zuiveren. Het voornaamſte ſtuk van al die Werktuigen beſtaat altyd in een As, met vleugels voorzien, welke men draaien doet in een Trom: men begrypt ligt, zo 'er een gat of open Buis is in den omtrek van de Trom, en een ander in eene van haar zyden, niet ver van het middelpunt der Beweeging, dat 'er door dat eerſte gat een geduurige uitloop en naar buiten ſtooting van Lugt onophoudelyk moet geſchieden; dewyl, terwyl de Middelpuntſchuwende kragt de Trom door dat gat in den omtrek ledig maakt, de zwaarte der buitenlugt, door geen evenwigt der binnenlugt meer tegengehouden, dezelve door 't gat by 't Middelpunt telkens weêr vervullen moet.

Tom. 6. p. 11. &c. Ibid. Tom. 5. p. 41.

In Blaasbalgen en Koornwannen.

In den *Ventilator*

De Heer DESAGULIERS, zig bedienende

pende van deeze twee Beweegſtreeken, die men de Vloeiſtoffen kan doen aanneemen, door middel van dergelyke werktuigen, deedt 'er een vervaardigen, 't welk dienen kon om de Kamer van een Zieken met verſche lugt te verfriſſen, en de ſtilſtaande of beſmette lugt te vernieuwen van onderaardſche holen en gangen, of van plaatzen, daar dezelve door de groote menigte of de kwaade geſteltenis der perzoonen, die 'er in zyn, bedorven wordt; gelyk Schouwburgen, Eetzaalen van Gaſthuizen, Kloosters, Ziekenhuizen, *Gevankeniſſen* en dergelyke. De Proefneemingen, die men 'er te *Londen* van gedaan heeft, in de Zaal van 't Laagerhuis, hebben doen zien, dat de Uitvinder zig in zyn oogmerk niet bedroog, en dat 'er wezendlyke en gewigtige voordeelen van die Uitvinding te wagten zyn.

V. Les. 2. Afdeel. of Wentelaar.

Philoſophic. Tranſactions. num. 437.

Indien men van ſchuinsliggende of hellende Buizen, gelyk die van onze Proefneeming, gebruik wilde maaken, zou men 'er, 't is waar, het zelfde gebrek en ongemak by ontmoeten, dat men vindt in de Schroef van

In hellende Waterbuizen.

V. LES. 2. AFDEEL.

ARCHIMEDES (*). Men zou 'er zig niet gevoeglyk van kunnen bedienen, dan in gevallen, daar het water maar tot een maatige hoogte moet worden opgebragt, dewyl 'er anders een al te groote lengte toe vereiſcht zou worden. Maar menigvuldige gelegenheden kunnen 'er voorkomen, waar in dat ongemak niet voor ongemak zou worden aangezien. De goede uitſlag van Werktuigen, weet men, hangt van de omſtandigheden af, en men kieſt 'er dikwils een, dat juiſt in alle opzigten het beſte niet is, om andere redenen, die gewigtiger zyn.

De

(*) De Schroef van ARCHIMEDES noemt men een zekere zoort van Schroef, door dien beroemden Wiskonſtenaar en Beweegkundigen voor omtrent 2000 Jaaren uitgevonden. Zy beſtaat in een Rol (*Cylindre*), ſchuins en als een hellend Vlak leggende, rondsom welken een holle Buis of Goot ſlangswyze geſlingerd is. Door dien Rol op zyn twee Draagpunten, daar hy op loopt, te doen draaien, klimt het water, daar hy met het onderſte end in legt, of eenig ander Lighaam, langs die Buis of Goot, door zyn eigen zwaarte naar boven. Ik zal 'er hier geen naauwkeuriger Beſchryving van geeven, dewyl 'er de Heer NOLLET zelf omſtandiger van ſpreeken zal in zyn Beweegkunde.

De Middelpuntſchuwende kragt is een middel, daar ik my dikwils van bedien, om het vogt in myn *Thermometers* weder te vereenigen, als het door 't ſchudden of eenige andere oirzaak in verſcheiden deelen geſcheiden en verdeeld geraakt is. Dewyl dit toevalletje het Werktuig nutteloos en t'onbruik maakt, en by yder, die 'er van voorzien is, gebeuren kan, oordeel ik het Hulpmiddel niet te moeten verzwygen, dat ik 'er toe gebruik. Het is gemakkelyk en eenvoudig. Men moet den *Thermometer* van boven by zyn bordje *vaſt houden*, en hem een reis vyf of zes, wat ſchielyk, ronddraaien, op een wyze, dat het Bolletje van 't Glas zig in den omtrek bevindt van den Cirkel, dien men hem beſchryven doet, en de Buis in de *Straal* of halve Middellyn. Het van een geſcheiden Vogt krygt 'er een Middelpuntſchuwende kragt door, die het wel haaſt wederom op één doet loopen, en zig met al 't overige vereenigen.

V. LES. 2. AFDEEL. In 't weêr vereenigen der Vogten van de Thermometers.

Rayon de Cercle

Men kent een gedeelte der uitwerkzels, welken een dergelyke Beweeging in de Dieren veroirzaakt. Jonge lieden ſcheppen zomtyds

In rondgedraaide Dieren.

 ver-

V. LES. 2. AFDEEL.

vermaak in een Hoen, na 't den kop onder den vleugel geſtooken te hebben, rond te draaien, om het te laaten ſlaapen, zeggen ze: en men ziet ook inderdaad het Dier dikwils onbeweeglyk ſtaan blyven op de plaats, daar men het na dat omdraaien neêrzet: maar 't is zeer waarſchynlyk, dat zulks niet zoo zeer ontſtaat uit een ſlaap, dan wel uit eene verbyſtering en verdooving, door de wanorder en verwarring, in zyn zinnen verwekt, veroirzaakt, en die, zoo lang als ze duurt, het Dier belet de indrukzelen te gevoelen en gewaar te worden, die het anders zyn eigen en gewoone beweegingen doen maaken.

Ik ben zoo wel verzekerd en overtuigd, dat men een Dier kan doen ſterven, als men het deeze Proef laat ondergaan, dat ik 'er niet eens aan behoef te twyffelen. Ik heb een ſterk en gezond jong Konyn met zyn agterpooten aan een Touw gebonden, 't welk ik door twee mannen omtrent 100 ſlagen of keeren agtereen, en zeer ſnel, liet omdraaien; en toen men ophieldt, was het Konyn wel niet dood, maar kon op zyn pooten niet ſtaan,

ſtaan, en ſtierf niet lang daar na. Een Kat, die men op de zelfde wyze ronddraaide, ſtierf niet, maar braakte ſterk, en hoewel zy nergens ſtoot of ſlag gekreegen hadt, zag men aan haar muil eenige druppelen bloed. De gantſche dierlyke Huishouding moet ongetwyffeld, in zulk een geval, in verwarring raaken; dewyl de Middelpuntſchuwende kragt alle de Vloeiſtoffen van 't Lighaam naar 't hoofd toe dryft; derzelver natuurlyken loop door die vreemde beweeging ſtremt, en haar gewoone werking doet ophouden. V. Les. 2. Afdeel.

Het Ringſteeken, het ſlingeren op een Schopſtoel of Schommelkoord, zou om de zelfde reden gevaarlyk zyn, indien de houding en ſtand des Lighaams die toevallen niet voorkwam. Zo men, in plaats van te zitten, of 't Lighaam in een ſtand te houden, dat deszelfs Vaten byna *Evenwydig* zyn met den As der Omwenteling of Draaijing, uitgeſtrekt lag op een wyze dat het Lighaam in zyn lengte loodregt op die zelve As ſtondt: ik twyffel niet, of men zou 'er het ongemak wel haaſt van gewaar worden: mogelyk zou men

In Menſchen, Ringſteeken, Schommelkoord.

Parallèles

V. Les. 2. Afdeel.

In Lammigheid.

men zig ook van dit middel wel eens bedienen kunnen, om den loop der Vogten in ledemaaten, met Lammigheid behebt, te herſtellen. Ik ben de eerſte niet, dien deeze gedagte is ingevallen; één ander Geleerde is 'er my in voorgekomen: doch dewyl de Ontleed- en Geneeskunde zoo weinig zyn gewoone of hoofdſtudie is, als de myne, zal 't gevoeglykſt zyn, kundiger Kenners te laaten oordeelen, hoe ver die gedagte aanneemelyk is, en wat goed gebruik 'er van gemaakt zou kunnen worden.

Maat en berekening der Middelpuntſchuwende kragt.

Dewyl de Middelpuntſchuwende kragt niets anders is dan de Pooging, die een Lighaam doet om langs de Raaklyn van de kromme Lyn, welke men het doet beſchryven, zyn beweeging te vervolgen, moet ook dezelve ongetwyffeld, eveneens als de Beweeging zelve, geſchat en berekend worden naar de ſnelheid en naar den inhoud van 't Lighaam. Dus zal dan van twee Lighaamen, die met gelyke ſnelheden ronddraaien, dat gene de grootſte Middelpuntſchuwende kragt bezitten, 't welk de meeſte ſtof bevat; en

Ze is evenredig aan den inhoud

op

op de zelfde wyze kan, als de inhouden gelyk zyn, die zelfde kragt alleen verſchillen naar den meerderen en minderen graad van ſnelheid. V. Les. 2. Afdeel.

Om den graad der ſnelheid van een draaiend Lighaam te leeren kennen, moet men op twee zaaken agt geeven: 1. op de grootte of uitgeſtrektheid van deszelfs *Omloop*; en 2. op den Tyd, dien het daar toe beſteedt. en de ſnelheid van 't Lighaam. *Revolution*.

Omloop noemt men de kromme Lyn (*), welke Omloop.

(*) *De Omtrekken der Cirkels,* weet men, ſtaan *tot malkanderen als* hunne halve Middellynen; dat is, by voorbeeld, zo A C eens zoo lang is als D C, dan is ook de omtrek van den Cirkel A eens zoo groot als de omtrek van den Cirkel D. De zelfde *evenredigheid* heeft ook plaats tuſſchen de Omloopen der Lighaamen en derzelver Afſtanden van het Middelpunt hunner Beweegingen. Hoe het Lighaam nader by het Middelpunt is, hoe zyn omloop kleinder zal zyn; hoe het 'er verder van af is, hoe grooter: hoe korter het Touw is van een Werpſlinger, hoe kleinder kring hy maakt: hoe langer, in tegendeel, hoe grooter zyn Bogt zal zyn. De Omloop is hier niets anders dan de omtrek van den Cirkel, dien het Lighaam beſchryft, en de halve Middellyn van dien Cirkel noemt men in dit geval Middelpunts Afſtand. Dewyl dan de omtrekken van *alle* Cirkels tot malkander ſtaan als hun halve Middel-

V. Les. 2. Afdeel. welke het Lighaam beſchryft, van 't punt, daar het zig eerſt begint te beweegen, afgerekend, tot dat het in 't zelfde punt wederkomt, of wel daar juiſt onder of boven, op een Lyn, die door 't middelpunt gaat: van dien aart, by voorbeeld, is de Cirkel, die

Pl. 4. Fig. 17, 18. een aanvang neemt in het Punt A, en in dat zelfde Punt A weder ten einde loopt *Fig.* 17;

Spirale of de *Slanglyn* A E D, die op de zelfde Lyn A D C begint en eindigt: als in *Figuur* 18.

Omloops-Tyd. De Tyd, die 'er verloopt, terwyl het Lighaam bezig is met zyn gantſchen omloop van 't begin tot het einde af te leggen, wordt

Tems Periodique *Omloopstyd* genoemd. Hoe korter dat deeze Omloopstyd, en hoe wyder en uitgebreider die omloop is, hoe grooter ook de ſnelheid wezen moet van het Lighaam. Dus zou het

Pl. 4. Fig. 17. Lighaam A, gelyk yder ligtelyk begrypt, met

dellynen, zoo ſtaan ook de Omloopen der kringswyze bewoogen Lighaamen tot elkanderen als hunne Afſtanden van 't Middelpunt. Het is ſlegts de zelfde zaak met andere woorden uitgedrukt; en de Omloop van 't Lighaam A ſtaat tot dien van 't Lighaam D, als A C tot D C.

met merkelyk meer ſnelheid voortloopen dan het Lighaam B, zo ze beide binnen een zelfden tyd den Cirkel afliepen, op wiens omtrek zy zig bevinden: of wel, indien twee Lighaamen den zelfden omloop moetende doen als A, F, het een als F, by voorbeeld, het ander vooruit loopende, zyn kring *in korter* tyd rond liep, zou de ſnelheid van F ongetwyffeld grooter zyn dan die van A. Even nu gelyk men een Cirkel meet door middel van zyn halven Middellyn, zoo rekent men ook den kringswyzen omloop *naar den afſtand des* Lighaams van 't Middelpunt: en moet men derhalven, indien de afſtand, van C tot D, de helft kleinder *is*, dan de afſtand van C tot A, daar uit beſluiten, dat de omloop van 't Lighaam A de helft grooter is, dan die van het Lighaam D.

V. Les. 2. Afdeel.

Wanneer men derhalven de Middelpuntſchuwende kragten van twee Lighaamen met malkanderen vergelyken wil, moet men letten op drie zaaken: op derzelver Inhoud, op hun Middelpunts Afſtand, en op hun Omloopstyd.

De ſnelheid rekent men uit de Middelpunts afſtand en uit den Omloopstyd.

III.

V. Les. 2. Afdeel.

III. Proefneeming.

Toeſtel.

Pl. 4. *Fig.* 19.

Op eene der twee waterpas leggende Schyven A of B van 't Werktuig, in *Figuur* 16 afgebeeld, plaatſt men het Schraagje (*Fig.* 19), waar op vier glazen Buizen, ſchuins met een helling leggende, en in 't middelpunt alle met elkanderen zamenloopende, zyn vaſtgemaakt.

In yder Buis van 't eerſte Paar zyn twee Vogten van verſchillende zwaarte opgeſlooten, naamelyk in de eerſte gemeen Water en gekleurde Terpentyn-Olie, en in de tweede Wynſteen-Olie met Brandewyn. Die van het tweede Paar zyn vol Water, met een klein koperen Klootje in de eene, en een van Kurk in de andere Buis. Zoo lang alles in ruſt blyft, houden zig de twee Vogten, die de ligtſte zyn, in het bovenſte gedeelte der Buizen, die hen bevatten, en yder van de twee Klootjes beſlaat ook de plaats, die met zyn gewigt overeenſtemt; het meтаа-

metaalen Kogeltje, naamelyk, blyft beneden, dat van Kurk boven in zyn Buis.

V. Les. 2. Afdeel.

Uitwerkzels.

Als men het Werktuig in beweeging brengt, wyken de Brandewyn en de Terpentyn-Olie uit hunne plaatzen, en ruimen dezelve in aan 't water: en terwyl deeze naar het benedenſte gedeelte hunner Buizen daalen, klimt het koperen Kogeltje tot boven in zyn Buis op, maar dat van Kurk in tegendeel zakt geheel naar beneden.

Ophelderingen.

Wanneer de Snelheden gelyk zyn, is de Middelpuntſchuwende Kragt als de Inhoud der Lighaamen.

Door de ronddraaiende Beweeging, het Schraagje en alles wat 'er op ſtaat ingedrukt, beſchryft yder gedeelte der Buizen met het geen 'er in is een Cirkel, en verkrygt een Middelpuntſchuwende Kragt. De eerſte laag Water, die de Terpentyn-Olie onmiddelyk raakt, oeffent derhalven tegen die Vloeiſtof al de poogingen, door die kragt in haar veroirzaakt, om zig van het Middelpunt van haar Beweeging te verwyderen.

 Die

V. LES. 2. AFDEEL. Die Poogingen zouden vrugteloos zyn, indien de Middelpuntſchuwende kragt in de Olie zoo ſterk was als in 't Water: dewyl dezelve dan door een kolom van 't zelfde Vogt, op den bovenſten bodem of het uiteind van de Buis ruſtende, onderſteund en tegengehouden, niets haar zou kunnen dwingen om uit haar plaats te wyken; maar zy is ligter, en het Water, meer inhoud en ſtof bevattende, en daarom met meerder kragt bezield, krygt de overhand op de Olie, en ſtoot ze allenskens naar beneden. Want het geen tuſſchen de twee eerſte laagen omgaat, gebeurt ook op de zelfde wyze tuſſchen alle de andere. Dus verplaatzen zig dan de Olie en de Brandewyn, niet door een wezendlyke en daadelyke Pooging, die ze zelve doen om te daalen; (want de kringswyze Beweeging zet ook deeze twee Vogten een Middelpuntſchuwende kragt by) maar wel om dat deeze Middelpuntſchuwende kragt in hun zoo ſterk niet is, als in het water; en dewyl alles wat ſtoffelyk is *Ondoordringbaar* is, en de plaats, *Impénétrable*

welke

welke de kolom Water voor zig noodig heeft en beſlaat, niet in ſtaat is om de kolom Olie teffens te bevatten, maakt die der twee Vloeiſtoffen, welke de grootſte kragt heeft, zig van de plaats, die 't verſt van 't Middelpunt aflegt, meeſter, en dryft 'er de andere uit. V. LES. 2. AFDEEL.

Op de zelfde wyze moet men ook de verplaatzing der twee Kogeltjes begrypen. Overal, waar ze zig in hunne Buizen bevinden, beſlaat yder van hun de plaats van een vak Waters, wiens inhoud en ſtofhoeveelheid van de zyne verſchilt, en kleinder is of grooter. *Dit* verſchil, deeze ongelykheid, doet een overmaat van Middelpuntſchuwende kragt geboren worden in een der twee Vakken, die elkanderen 't naaſt zyn en raaken: het Kurkkogeltje, zwakker dan het Water, wordt gedwongen te daalen; het Koperen, in tegendeel, krygt de overhand, doet al die kleine vakjes Water, die zoo groot zyn als hy, voor hem wyken, en klimt dus naar boven.

V. LES. 2. AFDEEL.

Gevolgen.

Voorbeelden in 't wannen van 't Koorn.

Uit deeze Uitwerkzels ziet men derhalven, dat de Middelpuntſchuwende kragt naar maate van den Inhoud der Lighaamen toeneemt, als de Snelheden gelyk zyn: en dat de Middelpuntzoekende kragt van de eene ſtof het uitwerkzel kan zyn van de Middelpuntſchuwende kragt van een andere, die met of rondsom dezelve gedraaid en bewoogen wordt. De Landman, die zyn Koorn want, levert 'er ons een Voorbeeld van uit, 't welk de aandagt der Wysgeeren naar zig getrokken heeft. Als hy het Kaf, dat onder 't Zaad gemengd is, om het 'er van te zuiveren, byeen wil zamelen, doet hy alles, 't een met het ander, een kringswyze beweeging aanneemen, en door die beweeging ziet men aanſtonds de ligtſte ſtoffen zig by het middelpunt byeen vergaderen, om dat de zwaarſten meer kragt hebben om zig naar den omtrek te begeeven.

In Draaikolken.

Dus bemerkt men ook, dat alle Lighaamen, die op een Water, dat in 't rond draait, dry-

dryven, naar het Middelpunt der Beweeging als getrokken worden, en daar zamenloopen. Om die reden vermydt men zoo zorgvuldig alle plaatzen in de Zee en groote Rivieren, daar men zulk eene Beweeging in 't Water ontdekt; dewyl de droevige ondervinding geleerd heeft, dat men 'er dikwils gevaar loopt van te vergaan. V. Les. 2. Afdeel.

Een grooter ſnelheid doet ook het uitwerkzel van een overmaat van Inhoud

Maar 't geen door overmaat van Inhoud en een grooter hoeveelheid van ſtoffe gebeurt, zou op de zelfde wyze geſchieden, door een meerder graad van ſnelheid. Een Lighaam, door een ſtof, die rond draait, omringd, zou, al was het zwaarder dan die ſtoffe, nogtans voor derzelver middelpuntſchuwende kragt wyken moeten, indien ze ſnelder in 't rond bewoogen wierdt dan het Lighaam; zoo dat, by voorbeeld, de graad van ſnelheid in 't een de overhand zou krygen op den grooter Inhoud van 't ander. De Dwarlwinden, die 't ſtof en zand opneemen, leveren 'er ons een voorbeeld en bewys van uit: want vry duidelyk kan men, als men 'er op let, gewaar worden, dat deeze

In Dwarlwinden.

V. Les. 2. Afdeel.

ze Lighaamen, merkelyk zwaarder dan de Lugt, waar in ze draaien, zig het meeſt en overvloedigſt by het middelpunt van den Dwarlwind bevinden, als hy eerſt begint te werken, en zy nog al de ſnelheid, die de Vloeiſtof heeft, niet verkreegen hebben.

Descartes gevoelen over de oirzaak der Zwaarte.

Mechanique

Descartes, dit Beginzel tot zyn grondſlag neemende, hadt op één vernuftige wyze uitgedagt, dat men die Middelpuntzoekende kragt der Lighaamen, welke men *Zwaarte* noemt, door de regels en werking der *Weegkunde* zou kunnen verklaaren, met te veronderſtellen, dat 'er rondsom onzen Aardkloot een Draaikolk was van zeer fyne ſtof, wier ſnelheid zeer groot zou zyn. Want die ſtof, zeide hy, zou uit hoofde van de ongemeene ſnelheid haarer beweeging een ſterke Middelpuntſchuwende kragt bezitten; en dewyl alle andere Lighaamen, die ze als dryvende ontmoette, merkelyk minder van die kragt zouden hebben, zouden dezelve genoodzaakt worden, om overal yder oogenblik voor haar te wyken, tot dat ze gekomen waren op de allerlaagſte plaats, dat is, in 't Middel-

Middelpunt der Beweeging, of tot dat ze hier of elders een vaſt en onbeweegbaar Beletzel ontmoetten, dat hen ſtuitte, en niet toeliet om zoo laag en tot aan't Middelpunt toe te daalen. V LES. 2. AF. DEEL.

Die Wysgeer, deeze zyne Redeneering met eenige Proeven en daadelyke blyken willende ſtaaven, om zyn veronderſtelling wat meer waarſchynlykheids by te zetten, gaf eene zeer fraaie Proefneeming aan de hand, welke men geen reden heeft om te gelooven, dat hy zelf immer deedt, maar die *naderhand* egter gedaan is, en wy nu zullen voorſtellen.

IV. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

A is een glazen Bol, vol water, daar men een weinig geeſt of Olie van Terpentyn, gekleurd, onder gedaan heeft. Die Bol wordt aan zyn beide *Aspunten* opgehouden door twee Pylaartjes of Poppen, gelyk men ze noemt, met punten, tuſſchen welke *PL. 5. Fig. 22.* *Poles*

 hy

V. Les. 2. Afdeel.

Vertical

hy zeer vry en los draaien kan, als men het groote *Loodregtſtandig* Rad B, dat door middel van een Kruiskoord met de Schyf C, aan een der Aspunten vaſtgemaakt, gemeenſchap heeft, in Beweeging brengt. Het Vlak F D D, 't welk de twee Poppen, waar op de Bol ruſt, draagt, kan men ligten en min of meer doen hellen, door middel van Scharnieren D D, en van een Schroef F, dewelke dient om het op een hoogte naar welgevallen vaſt te zetten. Het gantſche Geſtel ſtaat op een Tafel met drie voeten, die men met Schroeven waterpas ſtelt.

Uitwerkzels.

Proefneeming door Descartes uitgedagt over de oirzaak der Zwaarte in de Lighaamen.

Segment

1. Als men den Bol om zyn As, waterpas geſteld, draaien doet, verdeelt zig de Terpentyn-Geeſt of Olie, die ſlegts een klein *Snyſtukje* van den Bol in deszelfs bovenſte gedeelte beſloeg, in een groot getal van Bolletjes, die in het Water, dat den Bol vervult, dryven, en met hetzelve allenskens een omwentelende Beweeging aanneemen; vervolgens ziet men ze nader byeen-

eenkomen, zig hoe langs hoe meer ſluiten, en rondsom de As van hun onderling gemeene omwenteling een zoort van Korſt vormen, of liever een vaſt Lighaam, wiens gedaante doorgaans die van een *Rol* is. V. Les, 2. Afdeel, *Cylinder*

2. Zoo dra men ophoudt met den glazen Bol te draaien, zet de Rol, door de deeltjes van den gekleurden Geeſt of Olie gevormd, zig zelven uit; eerſt aan zyn beide uiteinden, vervolgens door zyn gantſche lengte, tot dat, de Beweeging in 't Water te eenemaal ophoudende, al de Olie zig wederom door haar ligtheid aan het bovenſte gedeelte van den Bol byeen verzamelt, daar ze zig bevondt voor de Proefneeming.

3. Als men den Bol op nieuws draaien doet, en deszelfs As, uit zyn waterpas ſtand brengende, hellenderwyze zet, terwyl de Oliedeeltjes daar dus by elkanderen zyn, begeeven ze zig allenskens naar dat Aspunt toe, 't welk het hoogſte is van de twee, en houden zig daar op, zoo lang als de Bol in dien hellenden ſtand blyft.

4. Wanneer men, in plaats van gekleurde

V. Les. 2. Afdeel.

Olie, een klein kogeltje Waſch in 't Water doet, wordt het door de omwentelende Beweeging naar de As gevoerd, en gedraagt zig daar gelyk 'er zig yder Bolletje Olie gedroeg: dat is, indien die As wel waterpas ſtaat, houdt zig het Kogeltje by dezelve overal waar het 'er zig in haar gantſche lengte by bevindt, en zó de As een helling maakt, begeeft het zig naar het hoogſte Aspunt.

5. Een Lugtbelletje, in de plaats van het Waſchkogeltje gebruikt, laat de zelfde verſchynzels en uitwerking zien; maar indien men, terwyl het by een der Aspunten is, den Bol in zyn Beweeging ſtuit of vertraagt, gebeurt het zomtyds, dat dit klein Belletje Lugt zig naar het Middelpunt van den Bol begeeft.

6. Indien men een klein Waſchkogeltje, 't welk men, door een korreltje Lood in deszelfs middelpunt te plaatzen, een weinig zwaarder dan het water gemaakt heeft, in den Bol doet, en hetzelve op eenige duimen afſtand van de As langzaam doet ronddraaien;

draaien; zal men, zoo dra men de ſnelheid dier Beweeging verdubbelt, dat Kogeltje, ſchoon zwaarder dan een vak Waters van zyn grootte en omtrek, en wiens plaats het beſlaat, naar de As zien nederdaalen, en, al draaiende om zyn eigen Asje, daar beſtendig zyn verblyf houden: en, wanneer men de As der Omwenteling hellenderwyze zet, ſlaat het, in plaats van zig, gelyk de voorgaande, naar het hoogſte Aspunt te begeeven, een geheel anderen en regtdraats ſtrydigen weg in. Deeze laatſte Proefneeming is wat netelig en bezwaarlyk; zy vereiſcht eenige handigheid in den geenen, die ze doet; maar al gelukte ze, van de tienmaalen, dat men ze ondernam, ſlegts eens, het zou genoeg zyn, om 'er 't grondbeginzel, daar dit uitwerkzel op ruſt, meê te ſtaaven. V. Les. 2. Afdeel.

Opbelderingen.

Om alle deeze verſchynzels en gevallen te beter te begrypen, is 't gevoeglyk, dat men den gantſchen klomp en ronden kloot Wa- De Olie ſpreidt zig in Bolletjes,

V. Les. 2. Afdeel.

ters, in den glazen Bol beſlooten, aanmerke, als zamengeſteld uit een oneindig getal van zeer dunne laagjes Vloeiſtof, die alle op malkanderen leggen als holle ronde Klootjes, wier omtrek genoegzaam geen dikte heeft, en die hoe langer hoe kleinder van Middellyn worden, naar maate dat zy het Middelpunt naderen.

alle in malkanderen ſluitende;

Als men nu den glazen Bol in beweeging brengt, ſleept de vaſte oppervlakte, die van 't Glas, naamelyk, door haar Wryving, de eerſte oppervlakte meê van de Vloeiſtof, die haar onmiddelyk raakt; en dewyl 'er de gekleurde Olie een gedeelte van uitmaakt, wordt ze reeds op den eerſten ſlag en omwenteling verplaatſt. Die verplaatzing *is* oirzaak van haar verdeeling: want laager gebragt zynde, dan ze te voren was, vereiſcht haar ligtheid, dat ze weder klimt: doch in die pooging ontmoet ze het Water, dat in beweeging is, dat haar vaneen ſcheidt, en yder van haar deeltjes, die 't van alle kanten omringt, van alle kanten gelykelyk drukkende, dezelve een klootsronde

de gedaante, die van een Bolletje, doet aanneemen. De Bol daarop verder in 't draaien volhardende, deelt zig de Beweeging van laag tot laag aan den gantſchen klomp Water mede, zoo dat dezelve zig vervolgens beweegt en omdraait, als of hy een vaſt Lighaam was; dat is te zeggen, dat alle de deelen, al draaiende, beſtendig de zelfde ſtand, plaats en onderlinge geſteltenis ten opzigt van malkanderen blyven behouden. Even nu gelyk alle de ſtippen van de oppervlakte van 't *Glas* C, D, E, F, G, van *het een Aspunt* naar het ander te rekenen, de omtrekken van zoo veele evenwydige Cirkels aanwyzen en betekenen, op de zelfde wyze kan men zig ook al die mooten of gedeelten Water, welke onder die Boogen ſtaan, zig als zoo veele Cirkelswyze Vlakken, als zoo veele ronde Schyven, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, verbeelden, die alle evenwydig aan elkander rondsom de zelfde As AB draaien en bewoogen worden.

V. LES. 2 AFDEEL.

PL. 5. *Fig* 23.

Indien wy nu eens het oog ſlaan op onze kleine Bolletjes Olie, door 't water, gelyk we

Ze neigt naar de As van den glazen Bol,

V. LES. 2. AFDEEL. we zeiden, verſpreid, zullen we ligtelyk zien kunnen, dat yder van hun een neiging en trek moet krygen om te naderen naar het Middelpunt, niet van den gemeenen Bol, maar van dien byzonderen Cirkel of Schyf, waar in het zig bevindt. Het Bolletje, by voorbeeld, dat in *a* is, en met die moot of ſchyf Waters van 't getal 4, tuſſchen de twee evenwydige lynen, op de ſtippen F, G, uitloopende, begreepen) omdraait, heeft wel, uit hoofde van zyn kringswyze en ronddraaiende beweeging, een middelpuntſchuwende kragt, die het naar den kant van F dryft, en 't daar, zo 'er op die plaats een opening in den glazen Bol was, teffens met het Water zou doen ontſnappen; maar het is in den Bol opgeſlooten, en beſlaat overal, waar 't zig bevindt, de plaats van een Vak Waters, dat meer inhoud en ſtof bevat dan het Bolletje Olie zelf, en dat met eene ſnelheid, die van het Bolletje omtrent gelyk, ronddraaiende, hetzelve met een middelpuntſchuwende kragt, die ſterker van vermogen is, de hoogſte plaats betwiſt;

zo

zoo dat het daar door allenskens gedwongen wordt te wyken, tot geheel aan het Middelpunt der Beweeging toe, daar die kragt geen plaats heeft. Het zelfde lot ondergaat yder Oliebolletje in die Schyf Water, daar het zig in bevindt, en dus komen ze alle eindelyk by het middelpunt van hun byzondere omwenteling plaats neemen en zig daar in order zetten, gelyk de Talletters, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Maar dit uitwerkzel houdt op, zoo dra deszelfs oirzaak ophoudt; ik wil zeggen, dat de Olie door haar *ligtheid*, in vergelyking van 't Water, weêr naar boven klimt; zoo dra het Water, niet meer gedraaid wordende, zyn middelpuntſchuwende kragt verlieſt. V. LES. 2. AFDEEL.

Zoo lang de As der Omwenteling waterpas ſtaat, en de beweeging in den gantſchen kloot Water, binnen den Bol begreepen, eenpaarig en gelykvormig blyft, behouden de Oliebolletjes, zig in de As in orde geſtelt hebbende, beſtendig de gedaante van een *Rol*: En waarom zouden ze ook juiſt eene andere aanneemen? Of vereiſcht mogelyk de

en vormt daar een Rolrond Lighaam, *Cylindre*

V. Les. 2. Afdeel.

de vorm van 't Glas die gedaante, gelyk een Natuurkundige, niet lang geleeden, van gedagten was? Maar dit gevoelen kan niet doorgaan, niet alleen om dat het door de ondervinding ronduit weêrſproken wordt; maar ook om dat men in de Leer en Beginzels der Middelpuntskragten, noch in die van de andere Wetten der Beweeging, iets vindt, dat hetzelve begunſtigt.

Zonder dat 'er egter de figuur van 't Glas iets toedoet.

En zeker, als een Lighaam, ligter dan het Water, naar de As der Omwenteling, die aan den gantſchen klomp gemeen is, neêrgeſtooten wordt, zou het dat deeltje der Vloeiſtof zyn, 't welk boven hetzelve is, dat het zou doen daalen? Of is het niet veel eer die Vloeiſtof, welke onder 't Lighaam is, die hetzelve tragt te verplaatzen? Wat deel heeft dan de oppervlakte van het Glas en deszelfs gedaante aan dat uitwerkzel? Welk eene figuur het ook hebben moge, ik kan 'er, als het vol is, niets in zien dan een *Draagpunt*, dat de Vloeiſtof tegenhoudt, maar geen de minſte verandering brengt in de Beweegſtreeken van deszelfs benedenſte deelen.

Point d'appui

Maar

Maar indien deeze Redeneering nog eeni- gen ſchyn van twyffel over dit Geſchilſtuk overliet, wordt dezelve niet duidelyk ge- noeg beſliſt door de ondervinding zelve? In- dien de klootsronde gedaante van 't Glas in ſtaat was, om door haar wederwerking de byzondere Middelpuntſchuwende kragten van yder Cirkel of Schyf in een gemeene Middelpuntzoekende kragt te veranderen, gelyk men voorgewend heeft, mag ik met regt vraagen, waarom men geen het minſte teken en blyk van een dergelyke verande- ring gewaar wordt, als men teſſens met het Water eenige druppeltjes Olie, of eenige andere ligte ſtoffen draaien doet? Waarom neemen die Lighaamen, by de As komen- de, nimmer eene gedaante aan, die ons zou konnen doen gelooven, dat zy alle naar een zelfde Middelpunt neigen en getrokken wor- den? Om welke reden blyven een Kogeltje van Waſch, een Lugtbelletje, &c. onver- ſchillig zig onthouden op yder plaats en ſtip van de As, zonder onderſcheid, daar ze zig by geval bevinden?

V. Les. 2. Af- deel.

V. Les. 2. Afdeel. Doch laat ons eindelyk, om zulken, die nog eenige twyffeling by zig overhouden, volkomen te overtuigen, eens van Glazen veranderen; laat ons onze Vloeiſtof doen in een halven Bol, in een Kegel, in een Rol: zo de bogt en helling der Wanden iets doen kan tot de uitwerkzels, zullen wy buiten twyffel de ligte Lighaamen zig naar den *Voet* (*Baſe*) der twee eerſten zien begeeven, en in den derden zig onverſchillig op de plaats, daar ze zig bevinden, waar 't ook zy, blyven ophouden. Dit verſchil en verſchillend uitwerkzel zou ook inderdaad het gevoelen, dat wy beſtryden, eenig gezag byzetten; maar nergens wordt men iets dergelyks gewaar, en zy zelve, die 'er het meeſt belang by hadden, dat men iets van dien aart vondt, ſtemden overeen, dat men zulks nergens plaats zag hebben, toen ik deeze Proefneemingen met alle mogelyke zorg en oplettendheid in hun tegenwoordigheid herhaalde.

Had ik, na zulk eene Belydenis, geen genoegzaamen grond om te gelooven, dat

myn

myn Bewyzen en Proeven volkomen doorgingen? Neen. Zie hier nog eene andere Tegenwerping, die beantwoord moet worden. Men ſtelt Proefneeming tegen Proefneeming. Een Lugtbelletje, zegt men, keert van 't Aspunt van den Bol te rug naar deszelfs Middelpunt; het wordt derhalven derwaarts gedreeven door een kragt, welke geen andere zyn kan dan eene *As-ſchuwende* kragt, door wederwerking in een Middelpuntzoekende kragt veranderd.

V. Les. 2. Afdeel.

Axifuge

Wanneer de Beweeging in de Vloeiſtof *gelykvormig is*, blyft een Kogeltje van Waſch, een druppeltje Olie &c., zig onverſchillig op yder gedeelte van de As, waar 't ook zy, onthouden, en onthoudt 'er zig zoo lang, als de gelykvormige Beweeging duurt: doch dat het Lugtbelletje het Aspuntverlaat om zig naar het Middelpunt van den Bol te begeeven, wordt enkel veroirzaakt door zekere Handgreep, waar door niemand zig zal laaten doeken, dan die hem niet merkt, of met te ſterk een vooroordeel voor zyn gevoelen is ingenomen;

Het Lugtbelletje begeeft zig naar 't Middelpunt.

 want

105585

V. Les. 2. Afdeel.

want, inderdaad, het verſchynzel gebeurt nooit, dan alleen als men de Beweeging van den glazen Bol vertraagt. Zie hier de Reden.

Dog alleen als men de Beweeging vertraagt.

Gelyk de Beweeging door middel van Wryving van de oppervlakte van 't Glas aan den klomp Water wordt meêgedeeld, zoo wordt ze ook op de zelfde wyze door middel van Wryving weêr vertraagd. Wryvingen nu zullen zoo veel meer kragt hebben, zoo veel grooter uitwerking doen, naar maate dat de wryvende oppervlakte een kleinder gedeelte en omtrek van Water aanraakt en wryft. Dus verlieſt dat deel der Vloeiſtof, 't welk onder de vaſte oppervlakte CH van den Bol begreepen is, zyn Beweeging merkelyk eerder, dan het Deel, dat zig onder G of onder F bevindt. De ſnelheid begint derhalven naar den kant der Aspunten eerſt te verminderen, en die evenwydige Vlakken of Schyven Waters, die zig 't naaſt by den *Evenaar*, den middelſten en grootſten Boog, bevinden, behouden de hunne langer dan de andere.

L. 5. Fig. 23.

Equateur

Wan-

Wanneer het Lugtbelletje zig in de As, op welke plaats het ook zy, bevindt, wordt het door de Middelpuntſchuwende kragt van 't Water daar gehouden: maar deeze Middelpuntſchuwende kragt vermindert, even gelyk de ronddraaiende beweeging, by de Aspunten eerder, dan op eenige andere plaats. Het Lugtbelletje, zig by een der Aspunten onthoudende, verlaat, uit hoofde van zyn groote ligtheid, wel haaſt de plaats, die 't beſlaat: de bogt en ſchuinze helling van de wanden van 't Glas doet het *langs dezelve met* een ſchuinzen voortgang opwaarts klimmen; maar dewyl het, dus al voortdryvende, zig eerlang in de evenwydige Vlakken bevindt, die den Evenaar, het middelſte Vlak, nader komen, en in welke de Beweeging, en by gevolg de Middelpuntſchuwende kragt, nog overgebleeven is en ſterker werkt, dan by de Aspunten, wordt het aanſtonds weêr naar de As te rug geſtooten, en komt 'er vry nader by het Middelpunt op neder, dan het was voor zyn verplaatzing.

V. LES. 2. AFDEEL.

En loopt dan niet naar het Middelpunt;

V. Les. 2. Afdeel.

maar wel naar de As van den Bol.

Op welken grond zou men dog kunnen denken, dat het Lugtbelletje in dergelyk geval een bepaalde Neiging, een opzettelyke Beweegſtreek verkreeg, juiſt net naar het Middelpunt? Het gebeurt zomtyds, 't is waar, dat het 'er komt; maar zulks wordt enkel veroirzaakt door 't een' of ander toeval, door eenige ſchommeling of ſchuddingen in de Vloeiſtof, door eenig gebrek in 't ſtellen van de As van den glazen Bol, of iets dergelyks. Want in verre de meeſte gevallen komt het Lugtbelletje niet eens tot aan het Middelpunt toe, of dryft het ook wel voorby, en komt aan de andere zyde neder.

De Olie breekt haar Rol als het Glas ſtil ſtaat.

Dat de Beweeging der Vloeiſtof by de Aspunten eerder dan elders verſlapt en vertraagd wordt, is ook de waare Reden, waarom de Olie, zig in de figuur van een Rol rondsom de As geplaatſt hebbende, aan zyn uiteinden zig eerſt begint vaneen te ſpreiden, zoo men het Glas in zyn ronddraaiende Beweeging doet ſtil ſtaan.

Met een

Eindelyk, wanneer men de As der Omwen-

wenteling in een hellenden ſtand ſtelt, begeeven zig de Lighaamen, die op dezelve zyn, naar het meeſt, of ook wel naar het minſt verheven Aspunt, naar maate dat zy of ligter of zwaarder zyn dan de Vloeiſtof. Waar uit wederom oogenſchynlyk blykt, dat zy van het Middelpunt af tot aan de Aspunten toe geen de minſte kragt gewaar worden, die hen aanport om in het Middelpunt te blyven, en dat zy ook in dit geval op de As gehouden worden door de Middelpuntſchuwende kragt, eveneens omtrent gelyk 't hun gaan zou, indien ze zig in een Pyp of Buis bevonden, door welke zy zig overlangs vryelyk beweegen konden. V. LES. 2. AFDEEL. ſchuinze As begeeven zig de Lighaamen naar een der Aspunten.

Nu ſtaat ons nog, ten laatſten, in dit ſtuk op te helderen; hoe een kogeltje Waſch, 't welk men zwaarder dan 't Water gemaakt heeft, naar het Middelpunt kan gedreeven, en daar gehouden worden door die zelfde werking, die een ander Lighaam, ligter dan die zelfde Vloeiſtof, derwaarts brengt. Een zelfde oirzaak brengt die twee regtdraads ſtrydige uitwerkzels voort? Een Waſchkogeltje, zwaarder dan het Water, houdt zig by de As.

V. LES. 2. AFDEEL.

Als men een Lighaam, 't welk met een Vloeiſtof bewoogen wordt en ronddraait, zig naar het Middelpunt der gemeene Beweeging ziet begeeven, is 't een onfeilbaar teken, dat het minder Middelpuntſchuwende kragt bezit, dan die Vloeiſtof; maar deze overmaat van Middelpuntſchuwende kragt kan, of uit hoofde van den Inhoud van die Vloeiſtof, of uit hoofde van derzelver ſnelheid komen. In dit tegenwoordig geval is het de ſnelheid, die het Water dit voordeel op het Waſchkogeltje geeft. Wanneer men hetzelve op den afſtand van eenige duimen houdt van de As, verſnelt men eensklaps de beweeging van 't Water, dat niet aanſtonds op 't zelfde oogenblik die gantſche vermeerdering van ſnelheid aan het klein vaſt lighaampje mededeelt. De overmaat van ſnelheid, die het Water, geduurende eenige oogenblikken, op hetzelve heeft, gaat de overmaat van deszelfs Inhoud, die juiſt niet zeer aanmerkelyk is, en maar weinig verſchilt, te boven. De Middelpuntſchuwende kragt derhalven van de Vloeiſtof,

door

door dien aanwas van ſnelheid grooter geworden dan die van het klein Kogeltje, dat 'er in dryft, ſtoot hetzelve tot de As toe neder. Zoo dra het daar is, begint het rond en om zyn eigen Asje te draaien, en alle zyne deelen daar door Middelpuntſchuwende kragten verkrygende, die onderling regtdraads tegen elkander overſtaan en ſtryden, kan deszelfs zwaarte niet meer werken, dan alleen volgens de ſtreek en rigting van het een Aspunt naar het ander. V. Les. 2. Afdeel.

Gevolgen.

Uit deeze uitkomſten der Proefneeming ziet men, dat de gedagten van Descartes over de Natuurkundige oirzaak der zwaarte eerder vernuftig zyn, dan welgegrond. Want indien het waar was, dat de Lighaamen naar de Aarde vielen en om laag geſtooten wierden door de Middelpuntſchuwende kragt van een vloeibaaren Draaikolk, gelyk de Olie of het Waſchkogeltje van onze Proefneeming; zou derzelver neiging en loopſtreek zig niet altoos rigten naar het

Gevoelen van Descartes over de oirzaak der zwaarte, ongegrond.

V. Les. 2. Afdeel.

Gevoelen van Bulfinger.

De *Memorie*, die, boven de anderen, ten dien einde gezonden, den Prys behaalde, veronderſtelt in den Draaikolk ſlegts tweederley zoort van Beweegingen, wier loopſtreeken zig met regte hoeken kruiſſen; dat is te zeggen, dat de eene tot haar Beweegings-As eene der Middellynen heeft van den *Evenaar*, of grootſten Middelcirkel, en dat de andere geſchiedt op de Aspunten van dien zelfden Cirkel, eveneens gelyk zig het Water beweegt in onzen glazen Bol.

Equateur

Zyn Proefneeming.

De Heer Bulfinger, de Uitvinder van deeze laatſte Veronderſtelling, zyn denkbeeld, gelyk Descartes voorheen, door eenige daadelyke Werking en Proef willende ophelderen en ſtaaven, onderging genoegzaam het zelfde lot. Hy vondt een middel uit, dat hy ook aanwees, om den glazen Bol op een zelfden tyd te doen draaien op twee Aſſen, die malkanderen met regte hoeken ſnyden: maar dit was nog de zaak niet daar 't op aan kwam. Die klomp, die kloot Water, die in den Bol begreepen was, moeſt ook die dubbelde en twee-

Pl. 5. *Fig.* 24.

tweederley Beweeging, welke men in den Draaikolk veronderſtelde, aanneemen; doch dit was iets, dat niet gebeurde, en dat ook niet gebeuren kan. Ik houde 'er my ten vollen van verzekerd, dewyl ik die Proefneeming met oplettendheid gedaan en meer dan eens herhaald heb in tegenwoordigheid van kundige en ſcherpziende getuigen. Als men op de buitenſte oppervlakte van den glazen Bol een merkteken maakt, ziet men dat die tweederley Omwentelingen geen plaats hebben, dan alleen ten opzigt van den Bol; *doch dat* eene van dezelve, met betrekking tot eenig vaſt punt of binnen of buiten den Bol genomen, op een zoort van Beweeging uitkomt, die niet kwalyk gelykt naar den Talletter 8, en wier volkomen Omwenteling bygevolg, met betrekking tot de voorwerpen, die of binnen of buiten het Glas zyn, volgens twee regtdraads ſtrydige Beweegſtreeken geſchiedt: waar uit men ziet, dat het Water, in den Bol begreepen, geen twee verſcheiden omwentelende Beweegingen op een zelfden tyd verkrygt,

V. LES. 2. AFDEEL.

Die egter niet voldoet.

V. Les. 2. Afdeel.

krygt, gelyk men mogelyk zou kunnen denken, en ook voorgegeven heeft. Want de Beweeging wordt door den Bol aan de Vloeiſtof, in denzelven beſlooten, medegedeeld, door middel van de wryving van deszelfs binnenſte oppervlakte: maar ſchoon nu wel die Bol op tweederley wyzen draaie, beſchryven egter de verſcheide punten van deszelfs oppervlakte geen Cirkels, die zig met regte hoeken ſnyden. Men behoeft zig dan geenzins te verwonderen, dat men, deeze Proef doende, de ligte Lighaamen geen andere neiging en ſtreek ziet aanneemen, dan naar de As; even als in de Proefneeming van een enkelde Omwenteling, en geenzins eene ſtreek of neiging naar het Middelpunt van den Bol, gelyk men zig verbeeld hadde.

Zie de *Memoires de l'Academie des Sciences.* 1741. p. 184. Zo dat het ſtuk nog onbeſliſt blyft.

Hoewel de Veronderſtellingen en Proefneemingen, daar wy hier gewag van maakten, het voordeel niet hebben, dat ze ons op een voldoende wyze reden kunnen geeven, waarom de ondermaanſche Lighaamen die neiging hebben, dat ze zig naar het

Mid-

Middelpunt der Aarde tragten te begeeven; weeten wy egter, zonder dat wy 'er meer aan behoeven te twyffelen; dat een Vloeiſtof, die rond draait, Lighaamen kan neêrſtooten, niet alleen die ligter zyn dan zy, maar zulken ook, die meer inhoud en ſtof, als zy, bevatten. Zo men dit grondbeginzel, 't welk onbetwiſtbaar is, tot nog toe niet gelukkig genoeg heeft weeten toe te paſſen, om 'er het ſtuk te eenemaal door te beſliſſen. Wy behoeven daarom egter geenzins te wanhoopen, dat men 't in 't vervolg te eeniger tyd *niet zal doen.* Veel gevoeglyker en redelyker komt het my voor, te gelooven, dat anderen wel eens zouden kunnen doen, 't geen wy niet gedaan hebben, dan een zaak voor volſtrekt onmogelyk aan te zien, om dat wy ze altoos te vergeefs ondernamen, en alle onze poogingen in dat ſtuk vrugteloos waren. V. Les. 2. Afdeel.

V. Les. 2. Afdeel.

V. Proefneeming.

Toeſtel.

Pl. 4. *Fig.* 20, 21.

Op de twee waterpas leggende Schyven van het Werktuig, in *Figuur* 16 vertoond, maakt men de twee Schraagjes vaſt, die in *Fig.* 20 en 21 ſtaan afgebeeld: A en B zyn twee Boſſen of Bakjes, die zeer vry en ligt over twee metaale Draaden, van 't een end van 't Schraagje tot aan 't ander evenwydig aan elkander geſpannen, glyden kunnen, en wier zwaarte men naar welgevallen kan veranderen, door eenige ronde Schyfjes Lood, min of meer, in dezelve te leggen. C, D, zyn twee andere Bakjes, die langs twee evenwydige metaalen draaden, door de twee ſtaalen galgjes opgehouden en geſpannen, vry op en neder ſchuiven kunnen: men kan derzelver zwaarte ook op gelyke wyze als die der eerſten veranderen. Alle deeze Bakjes, A, naamelyk, en C, B en D, hebben gemeenſchap met malkander, en zyn te ſamen gevoegd, door middel van Snaaren

en

en Dwarskatrolletjes, op een wyze, dat B niet voorwaarts naar het uiteind van zyn Schraagje kan naderen, zonder het ander Bakje D op te ligten; nog A van plaats veranderen, zonder C te doen ryzen. Onder aan den bodem van yder dier twee eerſte Bakjes A en B is een kleine zeer ſlappe Veer, die over een heugel of getakt ſtangetje ſleept, wiens tanden, op den bodem van de Schraagjes als even uitſteekende te zien, byna gelykgronds ſtaan, en de Veer telkens vattende het Bakje, *als het voorwaarts* geloopen is, beletten weer agterwaarts te keeren. De Schraagjes zyn, van hun midden af tot aan de uiteinden, van weerskanten, verdeeld in Duimen en Lynen, om de grootte van den Omwentelingskring van yder Bakje, A, B, door de lengte van deszelfs halve middellyn, op wier eind men 't zelve geplaatſt heeft, te kunnen weeten en naar welgevallen te regelen. V. Les. 2. Afdeel.

1. Wanneer de twee Bakjes A en B, gelyk ook de twee andere C en D, elk met zyn wedergaa, even zwaar zyn, en men

V. LES. 2. AFDEEL. de twee eerſten op vier Duimen afſtand van het midden hunner Schraagjes ſtelt, en daar op het een en 't ander met gelyke ſnelheid doet ronddraaien, (gelyk men doen kan door de groote ſnaar in de ſleuven van de twee Waterpas-ſchyven, op de zelfde middellyn gegroefd, te laaten loopen.) begeeft zig yder van de beide Bakjes A en B in den zelfden tyd voorwaarts naar het uiteind van zyn Schraagje, en ligt het Bakje C of D, dat 'er weêrſtand aan biedt, opwaarts.

2. Het zelfde Uitwerkzel ziet men gebeuren, indien het Bakje A eens zoo zwaar weegt als het ander, en dit aan 't end eener Middellyn geplaatſt geweeſt is, die eens zoo lang was. Als A, by voorbeeld, 4 oncen weegende, op een afſtand ſtond van 4 Duimen, en B 2 oncen zwaar zynde, op een afſtand van 8 Duimen.

3. Maar indien men de beide Bakjes even zwaar laatende, het een op 4 en 't ander op 8 Duimen afſtand van het midden plaatſt, begeeft dit laatſte zig voorwaarts naar 't eind van zyn Schraagje, en het eerſte

blyft

blyft op zyn plaats ſtaan, ten zy men de Beweeging verſnelle. V. Les. 2. Afdeel.

4. Eindelyk, indien men, alles in dien ſtaat laatende als 't was in dit laatſt voorgaand geval, wil, dat de twee Bakjes op den zelfden tyd zullen voorwaarts loopen, moet men het tegenwigt van 't Bakje, dat zig op een dubbelden afſtand van 't Middelpunt bevindt, verdubbelen; en dan gelukt het.

Opbelderingen.

De Middelpuntſchuwende kragten ſtaan tot malkanderen als de wederzydſche Inhouden, Middelpunts afſtanden en Omloopstyden.

Te voren hebben we gezegd, dat de ſchatting en berekening der Middelpuntſchuwende kragten afhing van drie dingen: van dien Inhoud, naamelyk, van 't Lighaam, dat ronddraait; van deszelfs afſtand van 't Middelpunt der Beweeging, en van zyn *Omloopstyd*; dien tyd, welken het aan 't doen eener volkomen Omwenteling beſteedt. In de Proefneemingen, welke wy zoo aanſtonds voorſtelden, zyn de Omloopstyden van weerskanten gelyk, om dat de twee waterpas leggende Schyven, waar op de twee

V. Les. 2. Afdeel. Schraagjes geplaatſt zyn, en die aan dezelve de werking van hun aller gemeenen Beweeger, het groot regtſtandig Rad, mededeelen, beide even groot zyn, en van gelyke middellyn. Het midden van yder Schraagje blyft altyd het Middelpunt der Omwenteling, en bygevolg kan men de grootte van deezen kring naar welgevallen regelen door den afſtand, op welken men het Bakje van dat Middelpunt plaatſt. De Inhoud van yder der twee omwentelende Lighaamen is bekend door 't gewigt van Lood, daar men 't meê belaadt, en de hoegrootheid der Middelpuntſchuwende kragt kan men zien aan de hoeveelheid of zwaarte van 't gewigt, C of D, dat ze optrekt, en 't welk hier als een Middelpuntzoekende kragt moet worden aangemerkt.

In het eerſte en tweede geval ſchynen de Middelpuntſchuwende kragten dier twee Lighaamen van weerskanten gelyk te zyn, dewyl ze in een zelfde oogenblik gelyke weerſtanden overwinnen, gelyke Tegenwigten optrekken: en zy zyn 't ook inderdaad. Want

in

in 't eerſte geval is de Inhoud, Middelpunts-afſtand, Omloops-tyd, alles, met één woord, van weerzyden volkomen aan elkander gelyk; in het tweede geval verſchillen wel, 't is waar, de Inhouden en Middelpunts-afſtanden, maar dewyl ze tot elkanderen ſtaan in een *Wederkeerige* reden, wordt het een weer vergoed door het ander. Want te voren hebben we reeds gezegd en beweezen, dat de Middelpuntſchuwende kragt zoo wel uit hoofde van de ſnelheid toeneemt, als uit hoofde van den Inhoud; maar nu hangt hier de *ſnelheid* af van den afſtand van 't Middelpunt, dewyl de Omloopstyden gelyk zyn. Het zyn twee Lighaamen, waar van 't één een Cirkel, die eens zoo groot is als die van 't ander, in den zelfden tyd beſchryft; wat is dat anders, dan met een dubbelde ſnelheid, eens zoo ſnel, te loopen? Dewyl dan 2 graaden ſnelheid en 1 Inhoud gelyk ſtaan met 2 graaden Inhoud en 1 ſnelheid, zoo moeten ook de Middelpuntſchuwende kragten van onze twee Lighaamen van weerskanten gelyk zyn, wanneer hun Middelpunts-

V. LES. 2. AFDEEL.

Reciproque

V. Les. 2. Afdeel.

afſtanden in een wederkeerige reden ſtaan van hun zwaarte.

In het derde geval is de ſnelheid van 't een grooter, dan die van 't ander: het beſchryft een grooter Cirkel in den zelfden tyd, dat het ander een kleinder afloopt; deszelfs middelpuntſchuwende kragt moet derhalven ook grooter zyn. En het vierde geval leert ons, eindelyk, dat deeze overmaat van middelpuntſchuwende kragt evenredig en gelyk is aan de overmaat van ſnelheid; dewyl 't vermogen, dat 'er uit voortſpruit, in ſtaat is om een dubbelden tegenſtand te overwinnen, een dubbeld gewigt op te ligten (*).

Ge-

(*) Dat de Middelpuntſchuwende kragt van een Lighaam altyd gelyk is aan de ſnelheid, waar meê het rondgedraaid wordt, even als dezelve toe- en afneemt, en min of meer ſterk is, naar maate dat het Lighaam ſnelder of traager bewoogen wordt, blykt uit dit geval duidelyk. Het een, naamelyk, ſtondt op 8, het ander op 4. De Middelpunts-afſtand, derhalven, van het een was eens zoo groot als die van het ander: en bygevolg ook de Omloop of Cirkel, dien het beſchreef (want de Omloopen ſtaan tot malkander als de Middelpunts-afſtanden). Dewyl zy nu beiden binnen een zelfden tyd hunne Kringen omliepen en ronddraaidden, moet het

V. Les. 2. Afdeel.

Gevolgen.

De Middelpuntzoekende kragt kan de Middelpuntſchuwende kragt gelyk zyn.

Wanneer men een der twee Bakjes A of B, van de voorgaande Proefneeming, op een zekeren afſtand van het Middelpunt geplaatſt heeft, begrypt men ligtelyk, dat hetzelve, zo de tand van den heugel, tegen de ſlappe Veer ſtootende, het niet tegenhieldt, door het gewigt C of D, langs de halve middellyn, aan wier end het geplaatſt is, te rug geſleept zou worden. Men ziet ook, dat, als men 't zelve met genoegzaame ſnelheid ronddraait, deszelfs middelpuntſchuwende kragt het voorwaarts doet loopen, en 'er

het een ook eens zoo ſnel geloopen hebben als het ander: want een Lighaam, dat in den zelfden tyd eens zoo veel wegs aflegt, eens zoo ver loopt als een ander, loopt eens zoo ſnel. En uit de Proefneeming zien we, dat het door het opligten van een dubbeld Tegenwigt toonde, dat het ook eens zoo veel Middelpuntſchuwende kragt bezat. Deeze twee aandoeningen van kringswyze bewoogen Lighaamen volgen derhalven eenpaarig en evenredig altyd malkanderen; de Middelpuntſchuwende kragten regelen zig naar de Snelheden, en zyn dezelve altyd gelyk.

V. Les. 2. Afdeel.

'er de tanden van den heugel bygevolg niets aan te doen hebben. Maar tuſſchen deeze twee uiterſten is 'er een zekere graad van Middelpuntſchuwende kragt, die een juiſt en volkomen evenwigt zou maaken met een der gewigten C of D. En zo men dien graad van Middelpuntſchuwende kragt beſtendig kon doen ſtand houden, zou het Lighaam ongetwyffeld zyn omwentelingen altyd op den zelfden afſtand blyven vervolgen, zonder het middelpunt te naderen, of 'er zig van te verwyderen.

En doet dan de Lighaamen in hun Loopkring blyven.

Dit is eene zaak, die yder klaarblykelyk zal voorkomen, zo hy zig ſlegts het derde geval van de eerſte Proefneeming te binnen brenge. Twee yvooren Ballen, van de zelfde zwaarte, met een draad aaneen verbonden, en op gelyke afſtanden van 't Middelpunt hunner Beweeging geplaatſt, maaken evenwigt met elkanderen, en wyken niet uit hunne ſtandplaatzen, met hoe groot een ſnelheid men ze ook ronddraaie. Dewyl hunne Inhouden gelyk zyn, kunnen hunne Middelpuntſchuwende kragten niet toeneemen,

men, dan door de ſnelheid; maar zoo lang als ze in een zelfden Cirkel blyven, kan men de ſnelheid van den eenen niet vergrooten, zonder die van den anderen ter zelver tyd en in den zelfden graad te vermeerderen; dus zyn en blyven dan hunne Middelpuntſchuwende kragten van weerzyden altyd gelyk, en *regtſtreeks* tegen elkander aangekant. Op welk oogenblik, op welke plaats van zyn gantſchen kring en omloop men derhalven een van die twee Lighaamen beſchouwe, het hangt altyd in evenwigt, tuſſchen zyn eigen *Middelpuntſchuwende* kragt en die van zyn tegenparty: en deeze gelykheid van die twee regtſtreeks tegen elkander over ſtaande kragten is oirzaak, dat het zig beſtendig op den zelfden afſtand van 't Middelpunt blyft houden, of ('t geen op 't zelfde uitkomt) dat zyn omwentelingen altyd eenpaarig en gelykvormig zyn aan elkanderen. V. Les. 2. Afdeel.

De Beweegingen, welke wy de Hemelſche Lighaamen zien maaken, moeten uit deeze Beginzels verklaard worden. Dat de Maan rondsom de Aarde draait, dat de Aarde zel- Voorbeeld in de Hemelſche Lighaamen.

V. Les. 2. Af. Deel.

ve en de andere Dwaalſtarren zig rondsom de Zon beweegen, en Omwentelingen maaken, zoo eenpaarig en welgeregeld, dat 'er een Sterrekundige de uitgebreidheid en omloopstyd van kent met de uiterſte naauwkeurigheid, heeft men daar aan toe te ſchryven dat al die Geſtarntens op een zelfden tyd door twee kragten te gelyk aangedaan en gedreeven worden. Aan den eenen kant tragt de Middelpuntſchuwende kragt, die uit hun byna cirkelronde beweeging voortſpruit, hen zig van het Middelpunt hunner Omwentelingen te doen verwyderen; terwyl ze aan de andere zyde in hunne kringen gehouden worden door een Middelpuntzoekende kragt, wier beſtaan en werking alle Wysgeeren erkennen, ſchoon zy 't over de natuur van derzelver oirzaak nog op verre na met elkanderen niet eens zyn. Indien eene van deeze twee kragten ophieldt te werken, zouden alle die groote gevaarten van Lighaamen naar het Middelpunt der Waereld van boven neder vallen, of wel in de onmeetbaar uitgeſtrekte Ruimte der Hemelen wegſchieten

ſchieten en zig verliezen. Doch laat ons die vrees verbannen, en ons met geen ydele verſierzels ophouden. Dat Opperwezen, dat wys genoeg was om 't Geheelal in dien ſtand en order, waar in wy 't zien, te ſchikken, heeft voor de beſtendigheid zyner Werken zorg gedraagen door Wetten, op wier onfeilbaarheid wy ſtaat mogen maaken.

V. Les. 2. Afdeel.

Wy zullen ons hier niet breeder inlaaten in 't onderzoek, hoe ver en in welke opzigten de Middelpuntskragten op de Beweegingen der Hemelſche Lighaamen kunnen worden toegepaſt, dewyl wy 'er in 't vervolg met voordagt afzonderlyk van ſpreeken zullen in de Les, die het algemeen ſtelzel der waereld ten onderwerp heeft.

Middelpuntskragten, die van evenredigheid veranderen.

Na dus te hebben aangetoond, uit welke oirzaaken de Middelpuntskragten geboren worden, en hoe men dezelve te ſchatten en te berekenen heeft, zoude ik hier nog de verſcheide evenredigheden kunnen onderzoeken, die ze ten opzigt van elkanderen kunnen aanneemen, en allerhande zoorten van kromme Lynen, welke uit die verande-

V. Les. 2. Afdeel.

deringen ontſtaan kunnen; maar al deeze en dergelyke Vraagſtukken kunnen niet wel naar behooren en volgens hun eiſch behandeld worden, zonder gebruik te maaken van Wiskonſtenaars Betoogingen, die voor 't meerendeel der geenen, voor wien ik ſchryf, onverſtaanbaar zyn zouden. Ik zou 'er ook door buiten den aart van myn Werk treeden, en de paalen te buiten gaan, die ik my zelve voorſchreef in Leſſen, waar in ik beloofde alleen te zullen leeren door middel van Proefneemingen. Ik zal dit ſtuk derhalven ſlegts losjes overloopen, en my vergenoegen met op een weegkundige wyze en door bewerking ten naaſten by de voornaamſte Uitwerkzels te doen zien, die 'er ontſtaan moeten, wanneer de Middelpuntzoekende en Middelpuntſchuwende kragten haare evenredigheden, geduurende den tyd van eene enkelde omwenteling, of van verſcheiden aggtereen, niet beſtendig blyven behouden.

Denkbeeld van de gedaante der krin-

Laat ons, om een denkbeeld te maaken van de verſcheide gedaanten, welke een kromme Omwentelings-lyn door die verande-

deringen aanneemen kan, een Draad neemen, dien wy in tweeën zullen zamenvouwen, en deszelfs beide einden aan malkaâr knoopen. Laat hy aan den eenen kant om een Speld, loodregt in 't een of 't ander Vlak, een Tafel &c. geſtoken, vaſt zyn, en aan den anderen kant met de punt van een Tekenpen geſpannen gehouden worden, gelyk in *Figuur* 25 vertoond wordt. De Tekenpen *b* zal het Lighaam verbeelden; de kragt, die men doen moet om den Draad geſpannen te houden, zal de Middelpuntſchuwende kragt uitdrukken, de lengte van den Draad of liever de Afſtand, die 'er tuſſchen Speld en Tekenpen zal blyven, de Middelpuntzoekende kragt.

V. LES. 2. AFDEEL. gen, die ze vormen.

PL. 6. *Fig.* 25.

Als men nu de Tekenpen *b*, op het Vlak of de Tafel, rondsom de Speld *a* doet rondloopen, en de Draad *ab* ondertuſſchen de pen altyd op den zelfden afſtand van het punt *a* houdt, ziet men duidelyk, dat de Omwentelings-lyn een Cirkel zal zyn: want dan is de Pen, geduurende den gantſchen tyd van haar beweeging, altyd aan 't uiteind geweeſt

V. LES. 2. AFDEEL. weeſt van een halve middellyn van een zelfde lengte; en men mag met goeden grond van reden beſluiten, dat een Lighaam een volmaakt cirkelronde Omwenteling maakt, als zyn Middelpuntskragten, geduurende die Omwenteling, geen verandering ondergaan; maar beſtendig de zelfde blyven.

Doch indien men, onder het voorttrekken der Tekenpen, den Afſtand, die 'er tuſſchen haar en de Speld was, vermindert en korter maakt, door den Draad de gedaante van een PL. 6. Fig. 25. Driehoek *a d c* te doen aanneemen, of anderzins; zal de Omwentelings-lyn, in plaats van de omtrek van een Cirkel te zyn, gelyk we zoo aanſtonds zagen, nu, in tegendeel een kromme Lyn van een geheel andere zoort zyn, als *b c*, wier natuur en vorm van de evenredigheden zal afhangen, die men tuſſchen de verſcheide trappen van Inkorting van den Draad en derzelver Duurzaamheden (*) zal hebben waargenomen. Uit dit

Uit-

(*) Dat is, om zulks met andere woorden uit te drukken, naar maate dat men den Draad min of meer verkort heeft, en langer of korter tyd op die lengte gehouden.

Uitwerkzel kunnen we zien, dat een Lighaam, wiens Middelpuntskragten, geduurende de omwenteling, van evenredigheid tot malkander veranderen, een kromme Lyn beſchryft, wier aart en figuur van die veranderingen der evenredigheden afhangt, en zig ſchikt naar dezelve. Men zou 'er deeze gevolgen uit kunnen afleiden. V. Les. 2. Afdeel.

1. Dat, zo de evenredigheden, die, geduurende de omwenteling, veranderd waren, zig weder in haar voorigen ſtaat herſtellen, eer dezelve nog ten vollen is afgeloopen, de kromme Lyn, door het Lighaam beſchreeven, van welke natuur en form zy ook wezen mag, in zig zelve zal toeloopen; en dat, zo daar op de evenredigheden, wederom, eveneens als te voren, beginnen te veranderen, de tweede omwenteling volkomen gelykformig zal zyn en van eene zelfde gedaante als de eerſte. Denkbeeld van weer in zig zelve toeloopende kromme Lynen.

2. Dat, zo die evenredigheden zig niet weder herſtellen, en de Middelpuntzoekende kragt, by voorbeeld, op 't begin der tweede Omwenteling zwakker zy, dan ze Van misloopende.

V. Les. 2. Afdeel.

op 't begin der eerſte was, die kromme Lyn dan, door dat Lighaam beſchreeven, niet in zig zelve toe zal loopen. Het Lighaam zal, door zig allenskens van het Middelpunt zyner Beweeging te verwyderen, ſlangswyze trekken en ſchroefdraaden maaken, die min of meer regelmaatig zullen zyn, naar maate van den aanwas der Middelpuntſchuwende, of van de vermindering der Middelpuntzoekende kragt.

Denkbeeld van een Langrond.

Laat ons eindelyk, om een voorbeeld te geeven van Regelmaatige Kromme Lynen, die uit de veranderingen der Middelpuntskragten kunnen geboren worden, in plaats van den Draad op eene vaſte plaats, of met een Speld, vaſt te houden, als in 't voorgaand geval, nu eens twee Spelden, F en *f*, vaſt ſteeken, en de Tekenpen G al geduurig rond laaten gaan, op een wyze, dat de Draad altyd zoo ſterk als mogelyk is geſpannen blyft; daar door zullen we, als we dus de Tekenpen geheel rond hebben doen loopen, een zoort van eyronde figuur krygen, aan welke de Meetkonſtenaars den

Pl. 6. Fig. 25.

naam

naam geeven van een *Langrond*. De voornaamſte eigenſchap deezer kromme Lyn beſtaat hier in, dat twee Lynen, uit de punten F en *f* (welke men *Brandpunten* noemt) getrokken naar eenig punt van den omtrek, waar 't ook zy, gelyk, by voorbeeld, F G en *f* G, of F M en *f* M, dat die twee Lynen, zeg ik, zamengenomen, en in de lengte aaneengevoegd, net even lang zyn, als de groote As H I.

V. Les. 2. Afdeel. *Ellipſe Foyers*

Een Lighaam beſchryft derhalven een Langrond, wanneer, door de veranderingen, welke de Middelpuntskragten middelerwyl ondergaan, deszelfs afſtand van een der Brandpunten F of *f* op een regelmaatige wyze toe- of afneemt, gelyk, by voorbeeld, de Lynen F H, F M, F G, &c., die op een regelmaatige order allenskens langer en daar na weêr korter worden: aan den anderen kant mag men ook, als men het Lighaam zulk een kromme Lyn beſchryven ziet, op goeden grond beſluiten, dat de Middelpuntskragten de juiſte en behoorlyke evenredigheden aanneemen, die 'er vereiſcht

V. Les. 2. Afdeel. worden, om hetzelve van tyd tot tyd op alle mogelyke trappen van afſtand te brengen, waar uit zulk een Lyn geboren wordt.

Alle deeze verſcheiden beweegingen kan men ook nog zeer gevoeglyk uitvoeren, en yder haar werk doen verrigten, door middel van het zelfde Werktuig, daar wy ons voorheen van bedienden, en 't geen in *Figuur* 16 ſtaat afgebeeld; men voegt 'er dit volgende by.

VI. Proefneeming.

Toeſtel.

Pl. 6. Fig. 27. *Figuur* 27 verbeeld een ronde Tafel van omtrent twee en een halven voet Middellyns, met een rond Gat, drie Duimen wyd, in haar Middelpunt. Deeze tafel plaatſt men wel vaſt en onbeweeglyk op die van het Werktuig, in *Fig.* 16, en evenwydig met dezelve, maar zoo nogtans, dat 'er tusſchen haar beiden een afſtand van omtrent een Duim overblyft, om aan de waterpas leggende Schyf A of B vryheid van Beweeging

ging over te laaten. Op 't middelpunt van die Schyf plaatſt men, door middel van Schroeven, een zoort van Regelmaat of Wyzer met een Elleboog (in *Fig.* 28 duidelyker te zien), langs welken een Bosje R zeer gemakkelyk voor- en agterwaarts glydt. Het Bosje weegt omtrent 2 oncen, en is van onderen met een Tekenpen voorzien. In S is een Trom (als van een Zak-uurwerk) met haar Veer, die het Bosje R naar zig toe trekt, door middel van een zyden Koordje, dat met zyn eene end vaſt is aan de Tekenpen, en met het ander aan een Snik (*), die tot de Trom behoort en 'er aan

V. Les. 2. Afdeel.

(*) De *Snik* is dat ſtuk in een Zak-uurwerk, 't welk de gedaante van een geknotten Kegel (*Cone tronquée*) of van een Klok heeft: de Ketting wordt 'er opgewonden. Zy dient om de Veer van de Trom, die, geduurende haar gantſche ontſpanning, niet altyd even ſterk, en in 't begin, als het Uurwerk eerſt opgewonden is, ſterker trekt dan op 't laatſt, te hulp te komen, en haar kragt eenpaariger en altyd gelykvormig te maaken. De Heer Nollet zal 'er in 't vervolg breeder van ſpreeken, en de reden van die werking aantoonen. De Nederduitſche Leezer kan 'er middelerwyl zyn nieuwsgierigheid over vol-

V. LES. 2. AFDEEL.

aan verknogt is, en over welken het Koordje verſcheiden keeren maakt.

Uitwerkzels.

Als men de waterpas leggende Schyf doet draaien, raakt de Wyzer in beweeging; en, terwyl dezelve ronddraait, glydt het Bosje van *r* naar R, en de Tekenpen beſchryft op een blad papier, dat de ronde Tafel dekt, een *Slanglyn*, die in *r* begint, en eindigt in R.

Spirale

Opbelderingen.

Slanglyn door middel van een Werk.

Het Bosje R, kringswyze rond draaiende, verkrygt 'er een Middelpuntſchuwende kragt door: zoo dra deeze kragt het vermogen van de Veer, die het Bosje tegenhoudt,

voldoen in het *Schouwtoneel der Natuur*, XIV Deel. bladz. 182. Deeze, daar hier in de Proefneeming gewag van gemaakt wordt, draait teffens met de Trom en Veer in S mede rond, en dient alleen om die Veer regelmaatig te ſpannen; op dat het Bosje een geregelde ſlangswyze Lyn zou kunnen loopen en aftekenen.

houdt, begint te overtreffen, begint zig dit aanſtonds van het Middelpunt zyner Beweeging te verwyderen. Het glydt in een regte Lyn langs den Wyzer voort; maar die regte Lyn draait ondertuſſchen zelve ook meê rond, en alle haare ſtippen beſchryven *Eenmiddelpuntige* Cirkels. Dewyl nu het Bosje middelerwyl alle die ſtippen van die Lyn doorloopt, bevindt het zig noodwendig op het end van yder omwenteling in den omtrek van een grooter Cirkel, dan die was, op wiens omtrek het zig in 't begin dier omwenteling bevondt: en uit deeze dubbelde Beweeging wordt de Slanglyn geboren, die men na de Proefneeming op de Tafel getekend vindt.

V. Les. 2. Afdeel.

tuig gevormd en afgetekend.

Concentriques

Gevolgen.

Langs dergelyk zoort van Lynen, als wy hier in deeze Proefneeming afgetekend en gevormd zien, is 't, dat alle Lighaamen, die met anderen, wier Middelpuntſchuwende kragt de overhand krygt, ronddraaien, naar het Middelpunt der Beweeging loopen en

Al wat, rond draaiende, in 't Middelpunt komt, Olie, Kaf &c., komt 'er langs een Slanglyn.

V. LES. 2. AF-DEEL. en neêrgeſtooten worden. De gekleurde Olie van den glazen Bol met Water, het Kaf, dat men met het Koorn doet omdraaien om het 'er uit te wannen en te ſcheiden, de Lighaamen die op een Draaikolk dryven &c.: alle deeze en dergelyke dus bewoogen Lighaamen komen in het gemeen Middelpunt niet langs een regte Lyn; 't geſchiedt altoos al draaiende; en wel op zulk eene wyze, dat de kromme Lyn, die ze beſchryven, beneden en laager dan daar ze begon uitkomende, de uitgebreidheid van haar omwentelingen allenskens vermindert en inkrimpen doet, tot dat ze eindelyk op niet uitloopt. Het welk eigentlyk niets anders zeggen wil, dan naar het Middelpunt

Spirale te loopen langs een *Slanglyn*.

VII. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

PL. 6. *Fig* 28. Men laat alles by deeze Proefneeming in den zelfden ſtaat als by de voorgaande, uitgezonderd alleen, dat men, in plaats van de Trom met haar Veer, nu ſlegts een klein Katrol-

Katrolſchyfje neemt, dat waterpas draait, en in het punt T een ander klein Schyfje plaatſt, wier As ook loodregt ſtaat. Onder aan het Bosje V is nog een Schyfje, dat op de Tekenpen, als haar As, ronddraait; en een Draad, wiens einden aan malkander zyn geknoopt, gelyk die van *Figuur* 25, loopt om alle drie de Schyfjes heen. V. Les. 2. Afdeel.

Uitwerkzels.

Als men den Wyzer met genoegzaame ſnelheid in beweeging brengt, beſchryft het *Bosje V* naauwkeurig het *Langrond* T V X, wiens twee Brandpunten zyn T en Y; en zo men het verſcheide Omwentelingen laat doen, zal het altyd de zelfde Lyn weder beſchryven. *Ellipſe.*

Ophelderingen.

De Middelpuntſchuwende kragt van het Bosje houdt altyd den Draad, zoo ſtyf als hy zyn kan, uitgeſpannen; maar uit hoofde van de twee vaſte Punten T en Y neemt deszelfs afſtand van het punt Y, van tyd tot tyd, en Langrond door middel van een Werktuig gevormd.

V. Les. 2. Afdeel. op een regelmaatige wyze toe en af, even gelyk de afſtand der Tekenpen G van het Punt F, in *Fig.* 26, regelmaatig nu grooter dan kleinder wierdt. Om die reden geſchiedt ook de omwenteling van 't Bosje in een Lyn, wier gedaante volmaakt met die van gemelde *Figuur* overeenkomt; en dewyl in alle volgende Omwentelingen, welke men het Bosje doen laat, de omſtandigheden altyd beſtendig de zelfde blyven, zal hetzelve zig ook altyd beſtendig in het zelfde Langrond blyven beweegen.

Gevolgen.

Alle Hemelſche Lighaamen beweegen zig in Langronden.

De kennis van het Langrond en deszelfs voornaamſte Eigenſchappen is daarom te gewigtiger en opmerkenswaardiger, om dat alle Hemelſche Lighaamen, in hunne Omwentelingen, kromme Lynen van dien aart beſchryven. De Starrekunde, nu beter dan in vroeger tyden verligt, kent die *Uitmiddelpuntige* Cirkels niet meer, daar men zig meê gedwongen was te behelpen, om van de verſcheide veranderingen, die men al

Excentriques

over

over lang in de Afſtanden der Geſtarntens gewaar wierdt, reden te geeven. Men is 't nu genoegzaam eens, dat men de *Verſte* en *Naaſte Punten* der Dwaalſtarren van den eerſten Rang, als ook de *Verſte* en *Naaſte Punten* van de Maan, aan eene Omwenteling in Langronden en derzelver Eigenſchappen heeft toe te ſchryven, en als noodwendige gevolgen van zulk eene Beweeging aan te zien (*). Doch laat ons hier, als

V. Les. 2. Afdeel.

Aphélies Périhélies

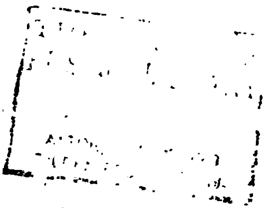
Apogéa Périgée

(*) [Men was voorheen wel verzekerd, dat de Zon zig een weinig buiten de Middelpunten der Loopkringen van de Aarde en de andere Hoofdplaneeten bevondt, doch naderhand heeft men ontdekt, dat zulks veroorzaakt wordt, doordien die Loopkringen Ovaalen of *Ellipſen* zyn, in welker eene Brandpunt zig de Zon bevindt. Hier door is de ſtelling der Cirkels, die een middelpunt hadden, buiten de Zon, om 't welke de Planeeten werden omgevoerd, wel verdweenen, maar de *Uitmiddelpuntigheid* heeft niettemin plaats gehouden en wordt nog erkend; zynde de afſtand, welke de Zon, ten opzigt van ieder Planeet, af is van het punt in 't midden tuſſchen de twee Brandpunten, of het zogenaamde middelpunt van 't Ovaal. Hoe grooter nu de afſtand der twee Brandpunten is, hoe meer dat de Loopkring van een Cirkel verſchilt. In de Aardkloot is het verſchil zeer klein. In *Mars*, die den

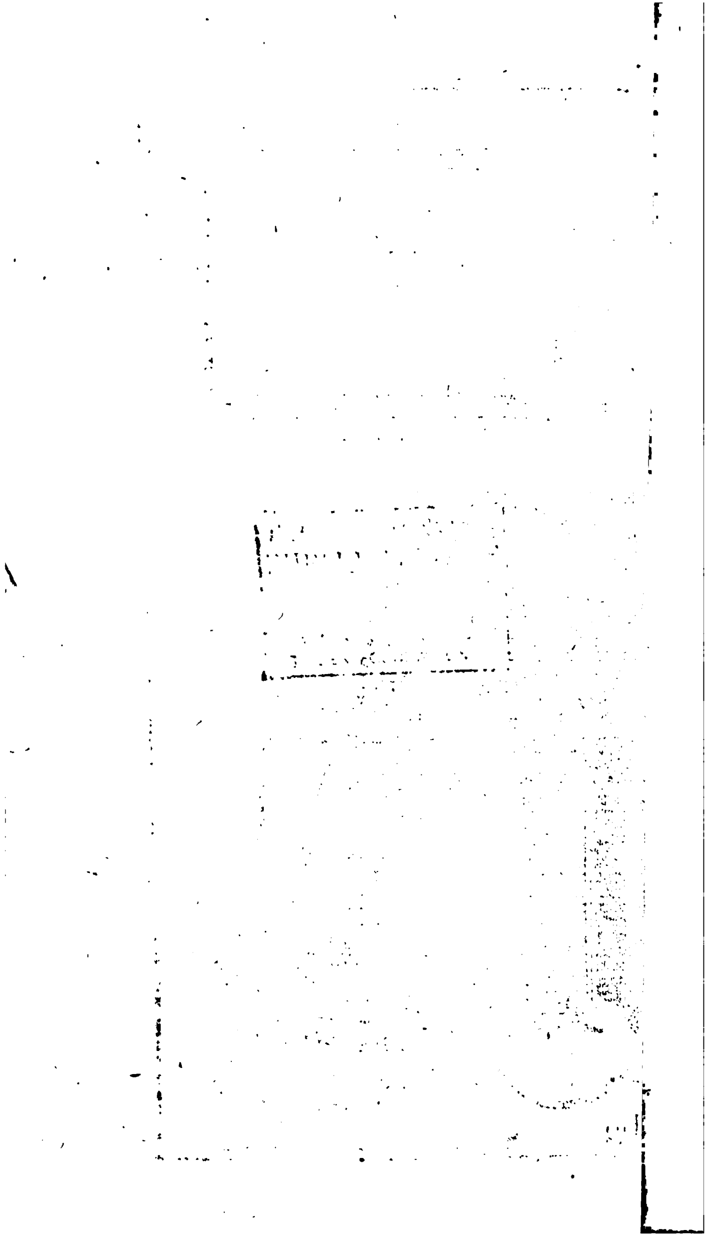
V. Les. 2. Afdeel. als by voorbaat, geen breeder verſlag doen van 't geen we naderhand over de Beweeging der Hemelſche Lighaamen op een andere plaats zullen moeten zeggen. Laat het genoeg zyn, dat wy hier de grondbeginzels geſtaafd hebben, welke wy ons wederom zullen te binnen brengen, als de order der Onderwerpen vereiſſchen zal, dat wy de Figuur, de Duurzaamheid, de Evenredigheden, &c. van die Omwentelingen verklaaren, en derzelver natuurkundige oirzaaken zullen tragten aan te wyzen.

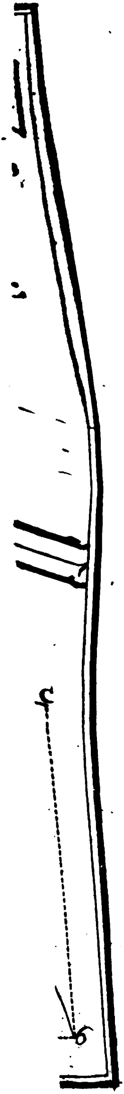
den Ovaalſten Loopkring heeft van al de drie opperſte Planeeten, is de korſte middellyn van de Ellips ſlegts omtrent een tweehonderdſte deel kleinder dan de langſte, ſchoon zyn afſtanden van de Zon, op 't grootſt en kleinſt, nagenoeg tegen elkander zyn als 100 tot 83. Deeze grootſte en kleinſte afſtand wordt bepaald met een lyn door de twee Brandpunten te trekken, waar van men dat end, 't welk den Loopkring, aan die kant van 't middelpunt, daar de Zon is, ſnydt, het *Naaſte Punt*, *Perihelium*, en dat aan de andere kant het *Verſte Punt*, *Aphelium* noemt: zo ook met de Maan, derzelver Naasten of Verſten Afſtand van de Aardkloot, *Perigeum* & *Apogeum*. Dit alles is in de Loopkringen der Kometen, die zeer Ovaal of Langwerpig zyn, veel kennelyker. H.]

ZESDE



TH[illegible]
[illegible]
[illegible]





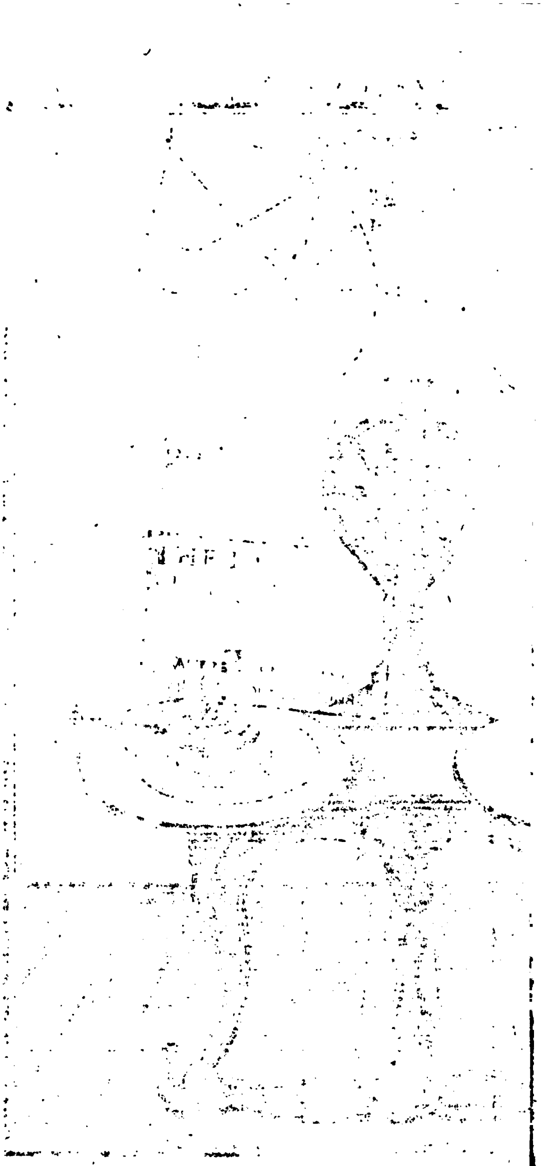
THE NEW YORK [illegible]
[illegible]



[illegible]

[illegible]





ZESDE LES.

Over de Zwaarte der Lighaamen.

ZWaarte noemt men die kragt, welke de Lighaamen, indien 'er niets is dat hunnen Val belet, of, indien de belet-, die 'er zyn, niet ſterk genoeg zyn om te ſtuiten, van boven naar beneden, uit ıoogte naar om laag doet vallen. Zwaarte der Lighaamen.

De *Philoſophen* zyn 't over de oirzaak van kragt met malkanderen niet eens. De ſcheiden gevoelens, welke dat Geſchil ft doen geboren worden, kan men ge-glyk tot twee zoorten brengen. Zom-en merken de Zwaarte aan als een alge-n Grondbeginzel der Natuur, als een eſchapen en oirſpronkelyke hoedanigheid Lighaamen, die geen andere oirzaak van r beſtaan, denkt men, heeft, dan enkel Wil en 't vrye Welbehaagen des Schep-s. Dat is den knoop in ſtukken ſnyden, alle zwaarigheden in eens wegneemen. Verſchil over derzelver oirzaak.

An-

Anderen beweeren, dat zy 't Uitwerkzel is van de eene of d'andere onzigtbaar fyne Stof: maar de Bewyzen en Proeven, daar men dezelve op gronden wil, moet men bekennen, dat verſcheiden en gewigtige Tegenwerpingen ontmoet hebben, welke men, ſchynt het, nog niet ten vollen beantwoord heeft.

Gevoelen van ARISTOTELES,

Met ARISTOTELES en deszelfs Navolgers te zeggen, dat de Lighaamen, zig uit de hoogte naar om laag begeevende, een zeker Beginzel gehoorzaamen, dat hen vallen doet, zegt niets, daar het Verſtand, tot opheldering van 't Stuk, eenig merkelyk licht uit zou mogen ſcheppen.

van NEWTON,

Gravitation

De Zwaarte der ondermaanſche Lighaamen, met NEWTON, als een natuurlyk gevolg aan te zien van een algemeene *Weeging* of *Zwaartekragt*, welke men in de gantſche Natuur ontdekt, en wier Wetten hy zoo wel berekend heeft, is de oirzaak opgeeven en aan een zy zetten, om zig enkel aan het Uitwerkzel te houden.

der hedendaagſche Newtoniaanen.

Met de meeſten der hedendaagſche *Newtoniaanen* te beweeren, dat die Zwaarte der Lig-

Lighaamen, die ons omringen, ſlegts als een byzonder voorbeeld aangemerkt moet worden van een algemeene neiging, eene wederzydſche *Aantrekkingskragt*, waar door alle ſtoffelyke wezens natuurlyker wyze onderling wederzyds naar elkanderen neigen en getrokken worden, alleen om dat de Schepper 't zoo gewild heeft; is een nieuwigheid in de Natuurkunde invoeren, welke NEWTON wel, gelyk verſcheide andere Wysgeeren voor hem*, is in de gedagten gevallen, doch die hy niet wilde, gelyk hy zelfs met uitgedrukte woorden betuigt †, dat hem toegeſchreeven en geweeten zou worden. VI. LES. *Attractio*

* *Kepler*, *Frenicle*, *Roberval*.

† *Philoſ. Natural. Princip. Mathem.* Tom. I. pag. 11. *Ed. Genev.*

Maar ook, als GASSENDI, den Val der Lighaamen toe te ſchryven aan zekere Uitvloeizels eener Stof, die eveneens werken zou als die van den Zeilſteen: wat is dat anders, dan een oirzaak aanwyzen, die vry duiſter is, die niets byzonders bepaalt, en wier beſtaan op geen den minſten grond van zekerheid ruſt? van GASSENDI,

Welke de gedagten eindelyk van DESCARTES van DESCARTES.

CAR-

VI. LES. I. AFDEEL.

waardigſte Voorſtellen uitkiezen, en die met Proefneemingen ophelderen en ſtaaven.

Eerſt zal ik ſpreeken van de Uitwerkzels, die door de Zwaarte alleen veroirzaakt worden, en naderhand tot de zulke overgaan, waar in die kragt met andere gemengd is, en ſlegts voor een gedeelte werkt.

EERSTE AFDEELING.

Over de Verſchynzels, waar in de Zwaarte alleen werkt op het Lighaam.

Onderſcheid tuſſchen Zwaarte en Gewigt.

De Uitdrukking *Zwaarte* van het Lighaam moet men niet verwarren met de Uitdrukking *Gewigt* van 't Lighaam, wanneer men die woorden in hun volſtrekten en eigentlyken zin gebruikt, dat is, als men dat geen, 't welk 'er door betekend wordt, van een enkel Lighaam alleen verſtaat en zegt, zonder eenige vergelyking met andere Lighaamen. *Zwaarte* betekent eigentlyk die kragt, waar door de Lighaamen neigen om te daalen, en die hen een zeke-

zekeren weg van boven naar om laag in een gegeven tyd doet afloopen en vallen. Door *Gewigt* verſtaat men de ſom, het getal, der zwaare deelen, die onder een zelfden omtrek begreepen zyn.

VI. LES. I. AF-DEEL.

De Zwaarte is een Eigenſchap, die aan al de deelen van een zelfde Lighaam, zonder onderſcheid, eenpaarig toekomt, en allen eveneens en op gelyken voet eigen is. 't Zy ze met elkanderen vereenigd of vaneen geſcheiden zyn, die kragt blyft de zelfde, en wordt 'er niet grooter door noch minder: maar het Gewigt van een Lighaam verandert naar maate van de ſtofhoeveelheid, het getal der deelen, daar het uit beſtaat. Indien men op een zelfde oogenblik twee oncen Lood vallen laat, zullen ze met de zelfde ſnelheid nederkomen, 't zy ze met elkander vereenigd en verbonden, 't zy ze vaneen, en in twee ſtukken geſcheiden zyn; maar 't gewigt ondertuſſchen van eene van haar beiden zal ſlegts de helft haalen van 't geen ze weegen zouden, indien ze met haar tweeën maar een Lighaam uitmaakten.

Denkbeeld van Zwaarte of Zwaartekragt.

VI. LES. I. AFDEEL.

Men mag, derhalven, als men zig mauwkeurig en net wil uitdrukken, met regt zeggen, dat een klein Lighaam zoo veel zwaarte heeft als een grooter Lighaam, hoewel het minder gewigt heeft; om dat ze beiden, 't klein zoo wel als 't groot, met de zelfde ſnelheid van boven naar beneden vallen.

Zoortelyke Zwaarte.

Maar wanneer men twee verſchillende zoorten van ſtoffen ten opzigt van haar gewigt met malkanderen vergelykt, en een bepaalden omtrek tot zyn maat of vergelykregel neemt; by voorbeeld, als men een Taarlings Duim Water vergelykt met een Taarlings Duim Kwikzilver, dan geeft men aan dat vergeleeken gewigt den naam van *Zoortelyke* Zwaarte, en bedoelt 'er de byzondere hoeveelheid, het eigen getal meê der zwaare Deeltjes, die aan zulk of zulk eene ſtof, onder een gegeven omtrek, byzonderlyk, en min of meer in tegenſtelling van andere, eigen zyn. Dus zegt men, by voorbeeld, dat de Zwaarte (en men verſtaat 'er dan de *Zoortelyke* Zwaarte door) van het Water ſtaat tot die van het Kwikzilver als

Specifique

1 tot

1 tot 14: waar door men eigentlyk niets anders wil te kennen geeven, dan dat het laatſte deezer twee Vloeiſtoffen, beider omtrek even groot of van beiden even veel genomen, 14 maal meer gewigt heeft, 14 maal zwaarder weegt, dan het ander. Op het einde der *Waterweegkunde* zullen we een Lyſt geeven van de zoortelyke Zwaarten der meeſt bekende Lighaamen en Stoffen; maar te voren, zoo lang wy nog tot aan dat onderzoek toe niet gevorderd zyn, moet men alles, wat wy zeggen zullen, verſtaan van volſtrekte en eigentlyk genoemde Zwaarte. VI. LES. I. AFDEEL. *Hydroſtatique*

Schoon men wel niet zou kunnen zeggen, dat de Zwaarte een onafſcheidelyke en noodzaakelyke eigenſchap is der ſtoffe, dewyl men zig dezelve zeer wel verbeelden kan als ontbloot van alle zwaarte, en zonder die neiging die ze heeft naar het middelpunt der aarde; nogtans laat ons een langduurige en onafgebroken ondervinding niet toe te gelooven, dat 'er van alle Lighaamen, die binnen ons bereik zyn, een eenige zy, dat vry is van deeze Aandoening. Alle bekende Lighaamen hebben Zwaarte.

 ning.

VI. LES. I. AFDEEL. ning. Indien 'er Wysgeeren geweeſt zyn; die dagten, dat 'er Lighaamen waren, natuurlyker wyze ligt en zonder eenige zwaarte; hun Dwaaling ſproot daar uit voort, dat ze zig door den uiterlyken ſchyn bedriegen lieten, en onkundig waren van zaken, die men naderhand eerſt ontdekt heeft. Die Lighaamen, welke ze meenden, dat zig natuurlyker wyze van beneden naar boven bewoogen, gelyk Dampen, Rook, Vlam en dergelyke, neemen deeze loopſtreek, zoo ſtrydig met die der Zwaarte, niet aan, dan om dat ze zig in omſtandigheden bevinden, die 'er hen toe noodzaaken. Zoo dra men maar die oirzaaken wegneemt, ziet men hen aanſtonds, even gelyk alle andere Lighaamen, naar beneden vallen, en door hun val oogenſchynlyk aantoonen, dat zy zoo wel als alle andere Lighaamen zwaar zyn, en die zwaarte hen net de zelfde Loopſtreek doet houden.

EER-

VI. LES. I. AFDEEL.

EERSTE PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Op de koperen Plaat van een Lugtpomp plaatſt men een end van een brandende dikke Kaars, of ook wel een ſtukje Papier, doorweekt met een Vogt, dat met Tin en Kwikzilver bereid is, en zeer ſterk damp geeft. Men zet 'er een *Rolrond* Ontvangglas over heen, van 4 duimen Middellyns, en omtrent 1 voet Hoogte; en pompt 'er de lugt uit, zoo ſchielyk en zoo volkomen als mogelyk is. *PL. 1. Fig. 1.* *Cylindrique*

Uitwerkzels.

Na eenige ſlagen met den Zuiger gedaan te hebben, gaat de Kaars uit, en als de lugt genoegzaam verdund geworden is, valt de rook van het Kaarspit, of de damp, die zig uit het Papier verhief, even gelyk zwaare Lighaamen doen, weêr naar beneden en verſpreid zig over de koperen Plaat.

VI. LES. I. AFDEEL.

Rook en Damp hebben Zwaarte,

Opbelderingen.

Dewyl de Vlam in een al te ſterk verdunde Lugt, om redenen, die we naderhand als 't pas geeft zeggen zullen, niet beſtaan kan noch plaats hebben, gaat, zoo dra men de digtheid van die Lugt, die in den Ontvanger beſlooten is, genoegzaam verminderd heeft, de Kaars uit; maar wanneer die zelfde Lugt tot een zekeren trap toe verdund is, verheft 'er zig niet alleen geen Rook en Damp meer, maar die Rook en Damp zelfs, die reeds tot in den top van den Ontvanger geſteegen was, valt weêr naar beneden, om dat de Vloeiſtof, die hem omringt, *zoortelyk* ligter geworden zynde dan hy, noch hem noodzaaken kan hooger op te klimmen, noch zyn val kragtdaadig ſtuiten en tegenhouden. Dit is een grondbeginzel, daar men niet losjes behoort over heen te loopen, dewyl het tot verklaring en oploſſing dient van een oneindig getal van Verſchynzelen van dien aart. Laat ons dan eens alles, wat 'er in deeze Proefneeming gebeurt, ſtuk voor

Specifiquement

ſtuk

ſtuk onderzoeken, en nagaan op welk eene wyze de Lugt en de Rook, ten opzigt van malkanderen, van Zwaarte verwiſſelen.

VI. LES. I. AFDEEL.

Een verdunde, of, gelyk men ze ook zou kunnen noemen, *Ylder* gemaakte ſtoffe, is zulk eene, die onder een gegeven en bepaalden omtrek zoo groot een getal van eigen deelen niet meer bezit, als ze 'er van bevatte voor die verdunning. De Lugt, in den Ontvanger begreepen, wordt na taamelyk veel ſlagen van den Zuiger tot een klein getal van deelen gebragt, zonder iets van haar omtrek te verliezen, dewyl ze den Ontvanger altyd blyft vervullen. Dus zal dan yder gedeelte of vakje Lugts, in den Ontvanger blindelings, of naar welgevallen, wat men wil, genomen, merkelyk minder Lugtdeeltjes bevatten, of wel zamengeſteld zyn uit deelen, die vry verder van elkanderen af en wyder verſpreid leggen, dan zy voor die verdunning waren. Dewyl nu het gewigt zig ſchikt naar 't getal der ſtoffelyke deeltjes, en ligter is of zwaarder, naar maate dat hetzelve onder den zelfden omtrek

en zyn zoortelyk zwaarder dan een verdunde Lugt.

Rarefiée

VI. LES. I. AFDEEL. kleinder is of grooter, zal ook een Taarlingslyn derhalven van deeze Lugt zoo zwaar niet weegen, als een Taarlingslyn van de zelfde Lugt, eer ze nog verdund wierdt. Het geen we hier van dit klein gedeelte en vakje zeggen, moet men ook begrypen, dat op de zelfde wyze, naar evenredigheid, plaats heeft in een reeks van dergelyke vakjes en gedeeltens, alle in de form van een kolom op malkanderen geſtapeld; waar uit men verder ligtelyk zal kunnen afleiden, dat, indien de gantſche klomp Lugts, binnen den Ontvanger begreepen, in een zeker getal van zulke aan elkander gelykvormige kolommen verdeeld wierdt; yder van dezelve minder of meerder weegen zou, naar maate dat de gantſche klomp meerder of minder verdund geworden was.

De Rook of de Damp, wiens oirſpronk op den bodem van den Ontvanger is, kan ook als in zulke kleine vakjes afgedeeld aangemerkt worden, die alle in een reeks op malkaâr geſtapeld ook een kolom zullen uitleveren: en indien men nu zulk

een

een kolom of grooter klomp van Damp met een kolom of klomp Lugt van den zelfden omtrek en grootte vergelykt, begrypt men ligtelyk, dat die kolom of klomp, die de meeſte zwaare deeltjes bevat, ook de meeſte kragt zal hebben om zig naar de laagſte plaats te begeeven en daar ſtand te houden. VI. LES, I. AFDEEL.

Dus doet de Lugt dan, zoo lang ze in haar natuurlyken ſtaat is, de Dampen, de Vlam, den Rook, &c. opklimmen, om dat zy, de omtrek wederzyds gelyk geſteld zynde, het meeſte gewigt weegt; maar wanneer men ze verdund heeft, dat is te zeggen, het getal der zwaare Deeltjes, binnen dien zelfden omtrek beſlooten, kleinder gemaakt en verminderd, kan zy ze niet langer doen opklimmen, zelfs niet langer ophouden, en de Rook, door den Ontvanger verſpreid, nu in vergelyking van de Lugt, die van digtheid veranderd is, zwaarder geworden, en meer weegende, verplaatſt dezelve op zyn beurt uit kragt van zyn natuurlyke zwaarte. en vallen daarom in dezelve naar beneden.

VI. LES, 1. AFDEEL.

Gevolgen.

Dampen en Uitwaaſſemingen.

Uit alle Lighaamen, die zig op de oppervlakte van de Aarde bevinden, worden onophoudelyk eenige kleine lighaampjes uitgetrokken en los gemaakt, die, na dat zy den grooteren klomp, daar ze een deel van uitmaakten, verlaaten hebben, zig door den Dampkring verſpreiden en opwaarts klimmen, zoo lang tot dat zekere omſtandigheden hen wederom doen nedervallen. Die kleine lighaampjes, onder den naam van *Dampen* en *Uitwaaſſemingen* bekend, leveren de ſtoffe uit, die zoo oneindig een getal van Verſchynzelen doet geboren worden, welke onze verwondering tot zig trekken, zomtyds ſchrik en verbaasdheid in ons verwekken, en onze nooden en behoeftens mildelyk vervullen. Elders zullen wy gewag maaken van de verſcheide gedaanten, die ze aanneemen, en de voornaamſte uitwerkzels, door hun veroirzaakt; hier zullen we enkel ſpreeken van hunne beweegingen; van de wyze, meen ik, op welke zy zig in den

Vapeurs Exhalaiſons

Damp-

Dampkring naar boven verheffen, en weder nedervallen: een zaak, waar toe ons de Proefneeming, die we zoo aanſtonds ophelderden, natuurlyker wyze, aanleiding geeft. VI. LES. I. AFDEEL.

Het onderzoek van dit gantſche ſtuk kan gevoeglyk tot deeze vier Hoofdvraagen gebragt worden: 1. Hoe die Lighaampjes zig zelve van die grootere Lighaamen, daar ze een deeltje van waren, los maaken? 2. Om welke reden zy, nu los gemaakt, zig in de Lugt naar boven verheffen en opwaarts klimmen? 3. Op welk eene wyze zy zig daar tot zekere hoogte weeten op te houden, en zonder vallen om te dryven? en eindelyk 4. by welke oirzaaken het toekomt, dat ze wederom daalen naar de oppervlakte der Aarde, en nedervallen. Onderzoek van derzelver beweegingen.

Ten opzigt der eerſte Vraag, weet men, is het algemeen en meeſt aangenomen gevoelen, dat 'er op onzen Aardkloot en binnen in denzelven zekere trap van Hitte heerſcht, die de onzigtbaare deeltjes van alle Lighaamen in beweeging houdt. Die be- Oirzaak die hen losmaakt.

VI. Les. 1. Afdeel.

beweeging, zegt men, noodzaakt zulke van die deeltjes welke de allerfynſte en bygevolg ook de allerbeweegbaarſte zyn, om den gemeenen Lighaamsklomp, daar ze toe behoorden, te verlaaten; gelyk men zigtbaar kan gewaar worden aan de oppervlakte van 't water dat men heet maakt, en aan 't vleeſch en de vrugten, die men kooken laat.

Geen Warmte of Vuur alleen.

Het heeft buiten twyffel vry wat ſchyns, dat de hitte, 't zy Natuurlyke, 't zy door konſt gemaakt, de voornaame oorzaak zy, daar men dit uitwerkzel aan heeft toe te ſchryven: maar bezwaarlyk kan men gelooven, dat zy de eenigſte oorzaak is, indien men in aanmerking neemt, dat de uitdamping niet altyd afneemt naar maate van de warmte, en kleinder is by kleinder graad van Hitte. In de allerhardſte winters ziet men zomtyds de Sneeuw, die de oppervlakte des aardryks bedekte, allenskens verdwynen en van dag tot dag als verteeren: en de ondervinding heeft verſcheiden ſchrandere en ervaren Natuurkundigen doen zien, dat het Ys ſterk afneemt en vermindert in een

Lugt

Lugt zelfs, die ongemeen koud is, en in 't minſt niet bloot ſtaat voor de ſtraalen der Zonne. VI. LES. I. AFDEEL.

Ik weet nogtans niet, of men daar uit wel zou kunnen beſluiten, volgens de gedagten van een Heer * in de Proefondervindelyke Natuurkunde byzonder wel bedreeven, dat het Ys een inwendig beginzel van *Uitzetting* heeft, dat noch in de ſtoffe des Vuurs, noch in den graad van Warmte, die 'er mogelyk nog in overbleef, maar wel in de Menging van een andere zeer fyne ſtof beſtaat, die een zoort van *Giſting* veroirzaakt. *Dilatation* *Fermentation*

Maar zou men zig niet gevoeglyker wyze houden kunnen by de gemeene en van alle Natuurkundigen erkende Grondbeginzels, met te zeggen, dat men in die gevallen, waar in het ſchynt, dat men de Uitdamping aan de werking van 't Vuur alleen niet kan toeſchryven, de oirzaaken van dezelve zoeken moet in de grootte der oppervlak- De grootte der oppervlakten komt hier byzonder in aanmerking.

* MUSSCHENBROEK *dans ſes Commentaires ſur les Experiences de Florence.* Part. I. pag. 137. Edit. de Leide 1731.

VI. Les. I. Afdeel. vlakten, in haar verſcheiden geſteltenis en toeſtand, of wel in de natuur der Vloeiſtof, die de Lighaamen omringt, met byzondere betrekking tot den aart en natuur der Lighaamen zelve, die de dampen uitgeeven. Want het is zeker, alle andere omſtandigheden gelyk geſteld, dat een Taarlings Lighaam Ys, dat afzonderlyk op zig zelve ſtaat, zesmaal zoo veel oppervlakte voor de Lugt bloot ſtelt, als het Water in eenig Vat, een Glas, by voorbeeld, wiens opening even groot is als een der zyden van den Taarling; in zulk een geval, derhalven, hebben de deeltjes, die uitdampen kunnen, ook zesmaal zoo veel vryheid om zig los te maaken, en 't Lighaam, dat hun begreep, te verlaaten.

Als van 't Ys, Maar ſchoon men al eens de oppervlakten op 't uiterlyk oog gelyk en even groot neemt, heeft men dan evenwel geen reden om te gelooven, dat de deeltjes van het Ys meer gelegenheid geeven aan de Lugt om op haar te kunnen werken en vat te krygen, dan de deeltjes van het Water? Gaat

het

het met deeze Vloeiſtof niet, gelyk met alle anderen? Vermindert deszelfs Vloeibaarheid, naar maate dat het de *Bevriezing* nadert, niet by trappen? Beginnen deszelfs deeltjes niet, eer ze zig tot een vaſt en hard Lighaam vereenigen, zamen te loopen, zig tot kleine klompjes te zetten, en allenskens min en meer Ysſcholletjes te vormen? En indien het Ys niets anders was dan een zamenkoppeling van die kleine ſcholletjes en klompjes, een vereeniging van een hoop zamengeſtelde deeltjes, groover dan de deeltjes van het Water, zou zulk een oppervlakte, ruuw en vol oneffenheden, zoo niet voor de gewaarwording onzer Zintuigen, ten minſten voor een aanraaking, naar die kleine rimpels en ongelykheden geſchikt, de Lugt, die haar omringt en raakt, geen meer gelegenheid en vryheid geeven, om op haar te werken? VI. LES. I. AFDEEL. *Congelatien*

Maar ſchoon dit al eens, met opzigt tot het Ys, niet hooger dan ſlegts als eene gisſing aangemerkt moeſt worden, men kan egter niet ontkennen, dat zulks blykbaar en oogen- en van de Sneeuw.

VI. LES. I. AFDEEL.

oogenſchynlyk plaats heeft in de Sneeuw. Met het eerſte opſlag van 't oog ziet men, dat derzelver oppervlakte beſtaat uit een vereeniging van ligte vlokjes, aan alle zyden, om zoo te ſpreeken, doorlugtig, en overal los en open; en hoe kouder het Weêr was, waar in de Sneeuw gevormd werdt, hoe die ligtheid en losheid van de Sneeuw ook grooter is.

Waar op de Buitenlugt werkt.

Maar wat voordeel meenen wy nu te zullen trekken uit die vergrooting en vermeerdering der oppervlakten, tot verklaaring van het ſtuk, dat we onder handen hebben? Indien men veronderſtelt, dat de Lugt, die de Lighaamen omringt, tot hun uitdamping kan medewerken op een andere wyze, *dan door* den graad van Hitte, dien ze hun mededeelt; zoo volgt, dat die Lugt zoo veel te meer en kragtdaadiger werking doen zal op de lighaampjes, die uitdampen kunnen, naar maate dat zy dezelven raakt in een grooter uitgebreidheid en oppervlakte, of, 't geen op het zelfde uitkomt, naar maate dat die kleine lighaampjes met minder hoeken en

kan-

kanten aan hun gemeenen grooten klomp vaſt en vereenigd zyn. Men mag derhalven in 't algemeen zeggen, dat de zelfde deeltjes van een Lighaam, (van 't Water, by voorbeeld,) zoo veel beter geſchikt zyn om uit te dampen en los gemaakt te worden, als ze meer alleen, of rondsom los en op zig zelve ſtaan; en dat bygevolg de Sneeuw of eenig ander bevrooren vogt van dien aart, zoo ſterk en mogelyk ſterker kan uitdampen dan het Water, dat in eenig Vat of Glas meer beſlooten ſtaat.

VI. LES. I. AF-DEEL.

Maar, zal men zeggen, wat kan de Buitenſugt tog doen op die kleine deeltjes, die byna alleen en op zig zelve ſtaan?

Zy zal op hen niet alleen meer voordeel hebben, en kans, om ze van hunnen klomp los te maaken, door hen hier en elders, van verſcheide zyden, te kunnen ſtooten, maar zy zal ook, om hen regtdraads af te rukken en weg te neemen, de zelfde middelen gebruiken, door welke zy gewoon zyn opwaarts te klimmen, als ze t'eenemaal los gemaakt en van hun klomp geſcheiden zyn.

Die de deeltjes los maakt,

VI. LES. I. AFDEEL.

Oirzaak van 't klimmen der Dampen.

Een dier middelen, 't welk het allerbekendſte is, en in 't algemeen meeſt aangenomen, is haar overmaat van zwaarte. Men zegt doorgaans, dat die kleine Lighaampjes, die de Dampen en Uitwaaſſemingen vormen, zoortelyk ligter zynde dan de Lugt, die hen omringt, zig in den Dampkring verheffen en opwaarts klimmen, even gelyk de Rook, in onze Proefneeming, door de Lugt van den Ontvanger naar boven klom; en dat zy op die wyze al hooger en hooger ſteigeren tot aan de middelſte Lugtſtreek van den Dampkring, daar ze met de Lugt, die op die plaats dunner en bygevolg ligter is, in evenwigt blyven hangen: maar de grootſte zwaarigheid beſtondt altoos daar in, *hoe* die deeltjes, uit de aardſche Lighaamen uitgewaaſſemd, zulk een zoortelyke ligtheid verkrygen konden, die niet alleen in ſtaat was om hen zig tot boven in de Lugt te doen verheffen, maar ook den weerſtand der Wryvingen, die zig onophoudelyk tegen hun opklimmen aankantten, te doen overwinnen; 't valt altoos vry moeielyk te begry-

grypen, op welk eene wyze het Water, by voorbeeld, ligter kan worden, dan een Vloeiſtof, die, beider omtrek even groot geſteld, byna 800 maal ligter is dan hetzelve. VI. LES. I. AFDEEL.

Wanneer men die deeltjes zeer fyn verdeeld onderſtelt, helpt derzelver ongemeene kleinheid ons nog eenigzins een begrip maaken, hoe ze zig in de hoogte ophouden kunnen, door middel van de Wryvingen, die, naar maate dat de oppervlakten door die verdeeling vermeerderd en vergroot zyn, ook gewiſſelyk toeneemen. Maar dit zelfde antwoord, dat, als men ſlegts het ophouden en hangen der Dampen verklaaren wil, eene zwaarigheid wegneemt, doet 'er een andere, die vry gewigtig is, geboren worden, als men derzelver opklimmen wil onderzoeken: want die zelfde wryving, die hen ophoudt, ſtrekt hun tot een Beletzel, als ze ryzen moeten; en dat beletzel biedt hun, naar maate dat ze fynder verdeeld zyn, ook meer en kragtiger tegenſtand. Geen zeorerlyke Ligtheid.

Maar wat wint men verder ook met dee-

VI LES. I. AFDEEL.

ze verdeeling uit, indien yder deeltje (hoe klein 't ook zy) door de Lugt onmiddelyk van alle kanten omringd, eveneens blyft gelyk het was, toen het nog een deel uitmaakte van den klomp, daar 't nu van geſcheiden is? Dat vakje Lugts, wiens plaats het beſlaat, daar het tegen weegt, wordt dat ook niet kleinder in net de zelfde evenredigheid? En zo het Water in 't algemeen 800 maal zwaarder weegt dan de Lugt, zal zekerlyk ook dat verſchil, die zoortelyke Zwaarte, zoo wel plaats hebben ten opzigt van de allerkleinſte deeltjes, als in vakken en gedeelten van een grooter omtrek.

Eene van deeze twee zaaken moet men derhalven ongetwyffeld ſtellen; of dat de deeltjes, die uit de Lighaamen uitdampen, als zy dezelve verlaaten, van geſteltenis en toeſtand veranderen; of dat de Lugt, die hen omringt en raakt, een ander middel, om hen weg en naar om hoog te voeren, gebruikt dan haar Zwaarte.

Geen vorming tot Blaasjes.

Deeze overweeging heeft tot zommige zeer vernuftige onderſtellingen aanleiding ge-

gegeven. Men heeft zig yder van die deeltjes verbeeld als een klein Balletje of Blaasje, met fyne lugt vervuld, dat door de warmte zig uitzette, omtrent gelyk die Lugtbelletjes van Zeepwater, daar de kinderen wel meê ſpeelen: „ dit Blaasje, zegt „ men, is ligter dan het vakje Lugt, wiens „ plaats het beſlaat in den Dampkring, en „ de overmaat van deszelfs ligtheid kan ge„ makkelyk zoo groot zyn, dat 'er ook de „ weerſtand der Wryving door overwonnen „ wordt".

VI. LES. I. AFDEEL.

De Uitvinding, moet men bekennen, is ſchrander en vernuftig; en 't zou, geloof ik, niet onmogelyk zyn dezelve voor vry waarſchynlyk te doen doorgaan: maar zo 'er noodwendig warmte vereiſcht wordt, om die Blaasjes zig tot een genoegzaam grooten omtrek te doen uitzetten, zal men in den Winter niet veel Dampen ontmoeten: of indien zoo gering een graad van warmte genoeg is, om ze op te blazen, waarom zouden ze dan niet berſten in den Zomer?

Anderen, een beginzel van genoegzaame ligt-

Of Uitzetting door mid-

VI. LES. I. AFDEEL. del van Warmte.

ligtheid in de uitzetting der Dampen zoekende, hebben derzelver deeltjes aangemerkt, als zoo veele kleine ſtofklompjes, wier openingen en holle tuſſchenruimten, door de werking van 't Vuur vergroot en wyder gemaakt, hen zoo ruim en uitgeſtrekt of zelfs ruimer en uitgebreider van omtrek doen worden, dan hun vorige digtheid die van de Lugt te boven ging. Volgens deeze veronderſtelling zal een deeltje Water, in Damp veranderd, 1000 of 1200 maal, by voorbeeld, grooter van omtrek zyn, dan het te voren was, en bygevolg zal een vak Lugts, van gelyke grootte, ruim in ſtaat zyn, om het op te weegen en naar boven te doen ryzen. Die eigenſchap, welke de Dampen bezitten, dat ze zig tot een ongemeen grooten omtrek kunnen uitzetten, ſteunt op Proefneemingen, die men niet in twyffel kan trekken, en die wy, als het de order der onderwerpen toelaat, ter zyner tyd zullen voordraagen; maar ze vereiſcht ook ondertuſſchen een graad van Hitte, merkelyk grooter dan die, welke men in de Lighaamen,

men, die beginnen uit te dampen, door- gaans gewaar wordt. En indien men, op dien grond, met redeneeren voortgaande, als men by koel Weder de Dampen zag op- klimmen, daar uit zou willen beſluiten, dat het warm genoeg was om dezelve zig zoo ver te doen uitzetten, dat ze ligter wierden dan de Lugt, zou men duidelyk in die re- deneering dat geen zelf veronderſtellen, 't welk nog in geſchil ſtondt. Het komt my voor, dat 'er een groot onderſcheid is tus- ſchen een enkelde Uitdamping en een Uit- zetting van Dampen.

Maar indien de natuurlyke Warmte meeſt al niets anders doen kan, dan dat ze die deel- tjes van hun grooter Lighaamsklompen meê helpt los maaken, en dezelve niet altyd juiſt in ſtaat ſtelt, om naar boven te ryzen, indien de Lugt verder hen door haar gewigt niet noodzaaken kan, om, zoo als ze zyn, op- waarts te klimmen; wat zoort van middel is het dan, daar zig de Natuur ten dien ein- de nevens dit eerſte middel van bedient? Want het is zeker, dat 'er ten allen tyde

VI. LES. I. AFDEEL. Dampen worden opgetrokken; en 't eenigſt onderſcheid beſtaat maar in wat meer of min.

Giſſing van den Schryver. Zo men my vergunt, dat ik ook eens myne Giſſingen waage, zal ik zeggen, dat de Lugt van den Dampkring by de Lighaamen, die ze onmiddelyk aanraakt, ter zelver tyd, dunkt me, de werking doet van *Diſſolvant* een *Ontbindvogt* en van een Sponsje. Op welke wyze begrypt men dat het zoet Water zout wordt, als men het in een Glas doet, op wiens bodem men Zout gelegd heeft? Het ontſtaat ongetwyffeld daar door, dat de Vogt door alle tuſſchenwydten en openingen van 't vaſt Lighaam indringende, zig zelven onder de deeltjes, waar uit de oppervlakte beſtaat, van alle kanten weer ontmoet, daar weer zamenloopt, die deeltjes eindelyk opligt, en tot zulk een trap van fynheid verdeelt, dat die zelfde Zoutdeeltjes ten laatſten in de tuſſchenruimten en holligheden van Water beginnen in te dringen, op de zelfde wyze en om de zelfde reden als de deeltjes van 't Water te voren in

die van het Zout indrongen. Hoe de Zoutdeeltjes meer geſcheiden en uit elkanderen verſpreid zyn; hoe het Zout zelfs *Ylder* is, hoe het vogtiger is eer men het in 't Water doe; hoe gemakkelyker en ſchielyker het zig ook ontbindt en ſmelt. Men begrypt 'er ligtelyk de reden van, zonder dat het nodig zy, dat ik ze breeder voordraag. Op de zelfde wyze mag men ſtellen, dat de dampgeevende Lighaamen, onophoudelyk in een vak van een ſpons-agtige Lugt gedompeld, en even gelyk het ſtraksgemelde Zout als op den bodem leggende, een menigte van Dampen uitleveren, min of meer ſterker en overvloediger, naar maate dat derzelver deeltjes voor de werking van die Vloeiſtof min of meer bloot ſtaan, en die Vloeiſtof zelve, door haar byzondere geſteltenis op dien tyd, min of meer geſchikt zy, om die Dampdeeltjes in haar holligheden en tuſſchenruimten in te laaten en doorgang te geeven. Ik zou wel niet durven beweeren, dat de Lugt op de zelfde wyze in de openingen en holten van vaſte Lighaamen of Vogten in-

VI. LES. I. AFDEEL. *Poreux*

 dringt,

VI. LES. I. Afdeel.

dringt, als het Water doet in die van het Suiker of van het Zout, dat het ſmelten doet: maar ik zal egter niets, dan 't geen zeer geloofwaardig is, veronderſtellen, als ik zeg, dat, dewyl 'er zig in alle Lighaamen een zeer groote menigte van Lugt, die 'er door heen verſpreid is, bevindt, derzelver oppervlakten veelal beſtaan moeten uit ſtofdeeltjes en klompjes, die voor 't meerendeel Lugt zelf zyn, en daar genoegzaam alleen uit beſtaan; dat deeze eerſte Lugt gemeenſchap heeft met de tweede, die op de zelfde wyze een gedeelte uitmaakt van de volgende laagen, en zoo verder tot aan de benedenſte toe; dermaate, dat de eigen ſtof van deeze Lighaamen, als ze omringd zyn van de Lugt, niet kwalyk gelykt naar een reeds vogtig geworden Zoutkorreltje, 't welk men in 't Water werpt, dat zoo veel eerder en ligter ſmelten zal, als het beter met Water doortrokken en doorweekt geweeſt is, eer men het 'er in wierp. Alle oppervlakte, derhalven, die zelfs, welke ons het allergladſt en effenſt voorkomt, ſtelt voor de

Lugt,

VI. LES. I. AFDEEL.

Lugt, welke haar aanraakt, een groot getal van deelen bloot; die als afgeſcheiden op zig zelve ſtaan, en hier of daar nog naauwelyks in 't een of 't ander punt aan den grooten klomp vaſt zyn: en dewyl 'er geen een eenige ſtoffe bekend is, in welken ſtaat zy zig ook zouden kunnen bevinden, wier deelen, met opzigt tot elkanderen, alle in volmaakte Ruſt zyn; zal men ook aan de oppervlakten der Lighaamen geen deeltje ligtelyk ontmoeten kunnen, dat niet min of meer geſchikt zy om te wyken voor de poogingen en kragt, welke de Lugt, die het omringt, van alle kanten op hetzelve oeffent.

Maar indien de Lugt, gelyk men zig dezelve verbeeldt om haar Veerkragt te beter te kunnen verklaaren, een ſponsagtig Lighaam is, wiens deeltjes naar kleine *ſlangswysloopende* Draaden, Vezels of Plaatjes gelyken, zal zy, om de kleine deeltjes der Lighaamen, daar we van ſpreeken, de Dampdeeltjes en Uitwaaſſemingen, naamelyk, te doen opſtygen, geen andere kragt van noden hebben, dan die, welke men dagelyks in Lighaamen *Spirales*

van

VI. LES. I. AFDEEL. van dien aart gewaar wordt; want gelyk het Zout, naar maate dat het ſmelt, door het Water naar boven klimt, ſchoon deszelfs deeltjes zoortelyk zwaarder zyn dan die van 't Water; gelyk het Water, in weerwil van zyn eigen gewigt, in den Suiker optrekt; zoo zou men ook op de zelfde wyze kunnen zeggen, dat de Dampen en Uitwaaſſemingen, zonder dat ze juiſt daarom ligter behoeven te worden dan de Lugt, zig in den Dampkring verheffen en opwaarts klimmen, volgens de evenredigheid, die 'er tuſſchen hen en de ylheid der Vloeiſtof plaats heeft.

Men heeft tot nog toe, 't is waar, geen onderſcheiden en volkomen denkbeeld, hoe zig de Vogten in een Sponsje, in de *Hairpypjes*, en andere dergelyke Lighaamen boven hun waterpas kunnen verheffen: want *Attraction* door de *Aantrekkingskragt* de oirzaak 'er van te noemen, zou men ſlegts weinigen, al waren het niet van de zulken, die enkel duidelyke en verſtaanbaare denkbeelden eisſchen, voldoen kunnen; maar over de zaak zelf is het alle man ten vollen eens. Dus

wan-

wanneer ik zeg, dat de Dampen in den Dampkring opwaarts klimmen, gelyk het Water in een Sponsje, vermeet ik my geenzins om daar door de waare, eerſte en eigentlyke oirzaak aan te duiden: 't is alleen de naaſte, de middel-oirzaak, daar ik van ſpreek: met een woord, ik verklaar ſlegts het eene uitwerkzel door het ander, een zaak, die, dunkt me, in de Natuurkunde volkomen vry ſtaat.

VI. LES. I. AFDEEL.

Ik kan my hier over dit denkbeeld zoo omſtandig en breedvoerig niet uitlaaten, als 'er wel vereiſcht zou worden, om 't zelve al de waarſchynlykheid, die 'er in vallen kan, by te zetten; zulk een uitweiding zou ons te ver van ons tegenwoordig onderwerp verwyderen: ook zal ik in 't vervolg wel gelegenheid hebben om het ſtuk weer op te vatten, en het dan verder na te vorſchen; als ik, naamelyk, van de *Hairpypjes* ſpreek. Ik zal 'er hier alleen byvoegen, dat, zo deeze laatſte oirzaak, by de andere voorheen gemelde komende, die wy ook geenzins verwerpen, dezelve in ſtaat ſtelt,

Tuyaux Capillaires

om

VI. LES. I. AFDEEL. om de Dampen los te maaken, op te trekken, en om hoog te doen ſtygen, zy ook op de zelfde wyze meê helpen kan om ze op te houden en te doen blyven hangen, tot dien tyd toe, dat de Dampkring, 't zy door Zamenperſſing, 't zy door Verdikking, 't zy zelfs door Uitzetting, van Digtheid veranderende, die kleine dryvende Lighaampjes of Dampdeeltjes nader by elkander gebragt worden, in een loopen, en zig tot klompjes of druppels, die wat meer gewigt hebben, beginnen te vormen: of ook wel, dat ze ſlegts aan hun eigen zwaarte worden overgelaaten, gelyk men in den Ontvanger van een Lugtpomp gebeuren ziet, waar in men na de eerſte ſlagen van den Zuiger een zoort van een kleinen Nevel ontdekt, om dat de Lugt, door 't pompen dunner en ylder geworden, de vreemde Lighaamen, daar ze meê bezwangerd was, vallen laat.

Memoires de l'Academie des Scienc. 1740. p. 252.

Geen Lighaamen zyn Natuurlyk ligt.

Maar, om tot onze Eerſte Proefneeming weder te keeren; het is derhalven zeker, dat Aristoteles en zyne Navolgers zig bedroogen, toen ze meenden, dat 'er Lighaamen

haamen waren, die natuurlyker wyze een neiging hadden om zig van beneden naar boven te beweegen. Het geen wy over de uitwerkzels, waar door ze zig in dien waan brengen lieten, gezegd hebben, is genoeg in ſtaat, om elk te doen begrypen, dat 'er geen volſtrekte, geen oirſpronkelyke en natuurlyk ingeſchapen *ligtheid* is, maar dat de Lighaamen, die men op een oneigentlyke wyze den naam van *ligt* geeft, alleen de zulken zyn, die onder een grooten omtrek weinig eigen ſtof, weinig vaſten Inhoud en gewigt bevatten.

VI. LES. I. AFDEEL.

légéreté

légers

Men kan in de Zwaarte, even gelyk in alle andere kragten, de *Beweegſtreek* in aanmerking neemen, en den *Kragtgraad*, dat is de maat, de hoegrootheid en 't vermogen, van derzelver werking op de Lighaamen.

Direction

Intenſité

De Beweeg- of Loopſtreek der Zwaarte is altyd eveneens en blyft beſtendig de zelfde. Alle Lighaamen, die vry, zonder toedoen van eenige vreemde oirzaak of werking, van boven naar beneden vallen, neemen van zelf hun

Loopſtreek der Zwaarte.

VI. LES. I. AF-DEEL. *perpendiculair*

hun ſtreek naar de oppervlakte der Aarde, langs een Lyn, die *loodregt* ſtaat op den Gezigteinder; gelyk blykt, als men 'er de Proef van neemt, en een Lighaam op een ſtilſtaand Water vallen laat. Beſchryven ze zomtyds door hun val ſchuinze of kromme Lynen, 't gebeurt alleen, om dat ze 'er door 't een of ander Beletzel en vreemde oirzaak toe genoodzaakt worden. Van dien aart, by voorbeeld, is de Val van een Slinger, terwyl hy de helft van zyn Slingerboog afloopt. Hy zou geen Cirkelboog beſchryven, zo hy door den Draad of Roede niet weêrhouden werdt, die hem dwingt te blyven draaien om zyn Hangpunt.

Perpendiculaire a l'Horizon

In plaats van de Loopſtreek der zwaarte door een *Loodlyn op den Gezigteinder* uit te drukken, gebruikt men ook dikwils de ſpreekwys van een Neiging of Rigting naar het Middelpunt der aarde; 't welk net op dezelfde zaak zou uitkomen, indien onze aard volmaakt Rond was: want dan zouden alle ſtraalen of halve middellynen uit één en 't zelfde Punt, het Middelpunt van den

Kloot,

Kloot, getrokken, alle Loodregt ſtaan op de oppervlakte. Maar die Veronderſtelling gaat nu niet langer door, en mag niet langer doorgaan. Indien onze Aarde van een *Knolronde* gedaante is, dat is Klootsrond, maar een weinig ingedrukt en platter by de Aspunten, gelyk men groote reden heeft om te gelooven, zo kunnen Paſſer en Winkelhaak ons doen zien, dat Lynen, loodregt naar al de ſtippen of gedeelten van 's Aardkloots oppervlakte getrokken, niet alle in 't waare Middelpunt zamenloopen, maar op verſcheide punten uitkomen, die een zoort van ruimte rondsom het Middelpunt met elkander vormen. Doch dewyl deeze ruimte zeer klein van uitgeſtrektheid moet zyn, wegens 't gering onderſcheid dat 'er is tuſſchen de gedaante, welke men nu de Aarde toeſchryft, en die van een volmaakt ronden Kloot, kan men, zonder merkelyken misſlag te begaan, en als men van 't ſtuk zelf niet ſpreekt, de gewoone Uitdrukking behouden, en het Middelpunt der Aarde voor 't algemeen Zwaartepunt der Lighaamen neemen.

VI. LES. I. AFDEEL.

Sphéroïde aplati

VI. LES. I. AF-DEEL.

Kragtgraad der Zwaarte

Ten opzigt van den Kraggraad der Zwaarte vraagt men: 1. Of die beſtendig en onveranderlyk de zelfde is en blyft, in alle Lighaamen, in alle Plaatzen, op alle Tyden. 2. Of hy ook, naar dat de ſtaat en geſteltenis is der Lighaamen, verandering onderworpen zy. 3. Of hy in een zelfde bewoogen Lighaam toeneemt in kragt, en op welk een wyze, langs welke trappen, hy dan aangroeit.

is in alle Lighaamen de zelfde.

De Ondervinding kan ons niet, dan ſlegts ten naaſten by, leeren kennen, hoe veel wegs een Lighaam, uit kragt der Zwaarte, die het bezielt, in zekeren bepaalden Tyd afloopt; dewyl 'er altyd Beletzels, in den natuurlyken ſtand der dingen onver*mydelyk*, te overwinnen zyn; even gelyk 'er alle andere Lighaamen, door welke kragt het ook zy gedreeven, ontmoeten. De weerſtand der Middelſtoffen, die verſchillende is naar maate van haar digtheden, de gedaante van het Lighaam dat valt, de evenredigheid, die 'er is tuſſchen deszelfs omtrek en inhoud, en eenige andere omſtandigheden, daar hier op

te

te letten ſtaat, en daar wy in 't vervolg van ſpreeken zullen; verhinderen ons de juiſte en naauwkeurige maat te leeren kennen van de oirſpronkelyke Zwaarte, en zoo als ze weezen zou, indien ze door geen tuſſchenkomſt van vreemde oirzaaken verminderd en verzwakt werde. Men weet nu alleen, dat te *Parys*, by voorbeeld, en daar omtrent, een looden Kogel, of eenig ander Lighaam, dat onder een kleinen omtrek veel ſtof bevat, in de vrye en open Lugt, omtrent 15 *Franſche* voeten in de eerſte Sekonde van zynen Val afloopt. Men zal eerlang de Reden zien, waarom ik dit Voorſtel zoo omſtandig uitdruk, en 'er alle deeze byzonderheden in beſluit. VI. LES. I. AFDEEL.

Eertyds geloofde men dat *Gewigt* en *Zwaarte* woorden waren van een zelfde betekenis; en dat de Lighaamen, hoe ze grooter van inhoud waren en meer gewigts woogen, ook ſnelder waren in 't daalen en ſchielyker vielen. Het kwam ook inderdaad, by den eerſten opſlag, niet onwaarſchynlyk voor, dat een Lighaam, uit vier zwaare deelen, by En hangt niet af van derzelver Gewigt.

VI. LES. I. AFDEEL. voorbeeld, beſtaande, met meer drift en ſterker neiging zig naar het middelpunt der Zwaarte ſpoeden zou, dan een Lighaam, dat 'er ſlegts een of twee bezat; en, 't geen niet weinig doen moeſt om iemand in die Dwaaling te verſterken, men zag een Veder, een ſtuk Papier, een vlok Wol, &c., altyd veel langzaamer naar beneden vallen, dan een Steen, een brok Metaal, &c. Maar een *Min* of een *Meer* bepaalen niets, als ze geen zekere evenredigheid hebben met de oirzaak, die men vermoedt dat dit *Min* of *Meer* te weeg brengt. GALILÆUS zag wel, even als ARISTOTELES, dat een Veder min ſnel en ſchielyk viel, dan een pond Lood; maar hy nam de maat van dat *Min*; hy vergeleek het met de overmaat van inhoud van een Lighaam, dat het allerſchielykſt viel, en bevondt, dat het niet overeen kwam met het verſchil van 't gewigt dier twee Lighaamen. Dit bragt hem tot een ander denkbeeld van de Zwaarte, en in plaats van zig te verbeelden, gelyk men tot nog toe gedaan hadt, dat het Lood meer Zwaartekragt

kragt bezat dan een Veer, dagt hy, dat die kragt in beide even ſterk was, maar dat de weêrſtand der Middelſtof meer vat hadt en kragtdaadiger werkte op dat Lighaam, 't welk de minſte ſtof begreep, en 't zelve daar door ook langzaamer vallen deedt. Deeze Redeneering was zeer wel gegrond, gelyk wy breeder en naauwkeuriger zullen aantoonen in onze Ophelderingen over deeze volgende Proefneeming. VI. LES. I. AFDEEL.

II. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Men rigt, door middel van een Schraag, op de koperen Plaat der Lugtpomp derwyze geplant, dat ze wel vaſt ſta, een glazen Buis op, die zes voeten lengte, twee en een half duimen middellyns heeft, en aan haar beide enden open en merkelyk wyder is; als A,B, (*Fig.* 2). Men doet 'er van boven, met een ring van nat en doorweekt Leder, een koperen Plaat digt op ſluiten, waar aan van onderen de Beugel is vaſtgemaakt van een ſtuk Werks, PL. I. Fig. 2. 3. 4.

VI. LES. I. Afdeel.

Uitwerkzels.

Alle Lighaamen vallen even ſnel neêr in 't ydel.

Alle deeze Lighaamen, twee aan twee los gelaaten, vallen in 't zelfde oogenblik op de koperen Plaat in A neder, en doen, zoo veel men merken kan, niet het geringſte verſchil gewaar worden in den tyd, dien ze tot hunnen val beſteeden.

Schoon niet in de gewoone Lugt.

Maar indien men de Proefneeming herhaalen wil, met de glazen Buis vol Lugt, zoo als ze natuurlyker wyze is; dan vallen de Lighaamen, die 't meeſte gewigt hebben, het ſnelſt, en de langzaamheid der anderen is te zigtbaarder, naar maate dat ze minder lighaamelyke Inhoud hebben of minder ſtoffe bevatten. Dus valt het Hout wel langzaamer dan het Yzer, maar egter op ver na zoo *lang*zaam niet als de Veêr en het Papier.

Ophelderingen.

De weerſtand der Lugt vertraagt den Val.

Het eerſte gedeelte van deeze Proefneeming bewyſt regtſtreeks, en oogenſchynlyk, dat de Zwaartekragt in alle Lighaamen even groot is, en dat het verſchil, 't welk men in den

den tyd, dien 't een Lighaam korter 't ander langer tot zyn val beſteed, gewaar wordt, enkel en alleen moet toegeſchreeven worden aan den weêrſtand der Middelſtoffen, door welke zy vallen; want als men dien weerſtand wegneemt, of grootelyks vermindert, zyn de Tyden, die ze nodig hebben om van gelyke Hoogtens neêr te vallen, zoo veel men merken kan, volkomen gelyk. VI. LES. I. AFDEEL.

Het tweede gedeelte der Proefneeming wyſt ons aan, hoe men die verſchillen, die men in den valtyd van zwaare Lighaamen, in Inhoud en Stofhoeveelheid van malkander onderſcheiden, gewaar wordt, ſchatten en berekenen moet. Want indien wy de Zwaartekragt aanmerken als een ſnelheid, welke alle zwaare Lighaamen met elkanderen gemeen hebben, en die in allen gelyk en even groot is, kunnen de hoeveelheden van Beweeging of Beweegingskragten van twee Lighaamen, die beginnen te vallen, nergens anders in van malkaar verſchillen, dan alleen in opzigt hunner Inhouden. Als men Berekening van dien weêrſtand.

VI. LES. I. AFDEEL.

Initiales

dan een ſtuk Lood van 12 oncen veronderſtelt, en een ſtukje Hout, hebbende net den zelfden omtrek en de zelfde gedaante, van 1 once; zullen, dewyl de eerſte en *Aanvankelyke* (*) Snelheden, of de Zwaartekragten van deeze beide Lighaamen de zelfde zyn, hunne hoeveelheden van Beweeging, in 't eerſte oogenblik van hun Val, zyn gelyk hunne Inhouden; dat is, de Beweegingskragt (†) van

(*) *Aanvankelyke* Snelheid noemt men die Snelheid, welke het Lighaam aanneemt in den Aanvang, als het eerſt begint te vallen: de Snelheid, die het in 't eerſte oogenblik van zyn Val bezit, eer nog de weerſtand der Middelſtof of eenige andere oirzaak dezelve heeft begonnen te vertraagen. De Aanvankelyke Snelheid, by voorbeeld, van een Kanonkogel is de Snelheid, die hy *bezit*, op 't oogenblik, dat het Buskruid losbrandt en hem 't Geſchut uitdryft: van een Kolfbal, de Snelheid, die hy door den ſlag met de Kolf krygt, en waarmeê hy, op dat oogenblik, zyn loop begint, eer dezelve nog door wryving tegen den grond en andere oirzaaken min of meer vertraagd is geworden.

(†) De gantſche Beweegingskragt, naamelyk, van een Lighaam, of al de kragt, die een bewoogen Lighaam bezit en oeffent, ſtelt men te beſtaan en berekend te moeten worden uit deszelfs Inhoud, vermenigvuldigd met de Snelheid, daar het Lighaam meê bewoogen wordt. Nu is de Snelheid, in dit

van het ſtuk Lood zal gelyk zyn aan 12, en die van het ſtukje Hout aan 1. Laaten we verder veronderſtellen, dat de weêrſtand der Middelſtof hunne Beweeging, geduurende hunnen Val, een halven graad vertraagt; die vertraaging of vermindering van Beweeging zal in beide net even groot moeten zyn, dewyl het een zelfde Middelſtof is, de omtrekken wederzyds gelyk, en de gedaanten volkomen gelykvormig: maar het ſtuk Lood, ondertuſſchen, dat een halven graad Beweeging verlooren heeft, houdt 'er nog $11\frac{1}{2}$ over, daar het ſtukje Hout in tegen-

VI. LES. I. AFDEEL.

dit geval, niets anders dan de Zwaartekragt zelve; en dewyl die in alle Lighaamen eveneens werkt, even ſterk is, moet het verſchil der kragten hier enkel en alleen beſtaan in 't verſchil der Inhouden: en de Beweegingskragt bygevolg van het ſtuk Lood ſtaan tot die van het ſtukje Hout, als 12 tot 1. Het zy men den Inhoud met de enkelde Snelheid, of wel met het vierkant der Snelheid vermenigvuldigd, voor de waare Maat der Kragten van bewoogen Lighaamen rekene, 't komt hier op een zelfde uit; dewyl de ſnelheid in den aanvang of Zwaartekragt der Lighaamen de zelfde en even groot is, en bygevolg ook haar Vierkanten even groot zullen zyn.

VI. LES. I. AFDEEL.

gendeel, door 't verliezen van dien zelfden halven graad van Beweeging, niet meer dan eenen enkelen halven graad heeft overgehouden. In 't een is de Beweeging ſlegts een vierentwintigſte gedeelte, in 't ander de gantſche helft verminderd en vertraagd; ſchoon deeze twee verſcheiden Uitwerkzels beide door een zelfde oirzaak worden te weeg gebragt.

Gevolgen.

Bewys van dit Grondbeginzel door Slingers.

Het grondbeginzel, 't welk wy door middel van deeze onze Proefneeming geſtaafd hebben, is van zeer groot belang: en om die reden heeft men ook niets verzuimd, dat ſtrekken kon om 't zelve in volkomen ligt te ſtellen. De Heer Newton heeft het bekragtigd door de ſlingeringen van verſcheiden (aan een vaſt punt opgehangen Ballen, wier Middellynen en Gewigten hy in verſchillende Evenredigheden ten Opzigt van elkanderen geſteld hadt. Wy zullen ſtraks hier na doen zien, dat die zoort van Beweeging

ging mede een uitwerkzel is der Zwaarte-kragt. Indien derhalven twee Ballen, van hetzelfde gewigt en dezelfde grootte, aan gelyke draaden hangende, even lang in dezelfde Lugt blyven ſlingeren, mag men met regt beſluiten, dat zy door gelyke Zwaartekragten bezield en gedreeven worden: en ſchoon de vermindering van gewigt al eenig verſchil daarin te weeg brengt, moet men egter by dat beſluit volharden, indien, naamelyk, dat verſchil, gelyk de ondervinding ook doet zien, de evenredigheden niet volgt, waar in de Inhouden dier Ballen tot malkanderen ſtaan. VI. LES. I. AFDEEL.

De Heeren FRENICLE en MARIOTTE namen, op 't voorbeeld van GALILÆI, de Proef van den regtſtreekſchen val van zwaare Lighaamen uit groote hoogten: maar niemand trof ooit tot het doen van dergelyke Proefneemingen gelukkiger omſtandigheden aan, dan die waar in zig de Heer DESAGULIERS bevondt, die gelegenheid hadt om in dit ſtuk zyn voordeel te doen met de geweldige hoogte van den Koepel van

Door Loodregten val uit een groote Hoogte.

Transact. Philoſoph. n. 362. artic. 4.

VI. LES. I. AFDEEL. welke de Lighaamen, wier deelen niet ſterk aan elkander verbonden en vaſt van zamenhang zyn, vertraagt en van een ſpreit, zou men met geen minder gevaar dan verbaaſtheid een Pot vol waters, uit een venſter geworpen, met den zelfden ſlag, hetzelfde geraas en even groote kragt op de ſtraat neêr zien vallen, als een Ysklomp van hetzelfde gewigt doen zou. Zo dat water ſlegts één *Pint* bedroeg, zou het eveneens zyn, als of men een ſteen van twee Pond zwaar, uit dezelfde hoogte vallende, op zyn hoofd kreeg. Dog hier over zal niemand lang behoeven verbaasd te ſtaan, die de Beginzelen, welke wy verklaaren, wel begreepen heeft. Een klomp van Vloeiſtof, weet men, die door eenige andere Middelſtof, welke ze ook zy, henen valt, ontmoet van onderen, tegen haar benedenſte oppervlakte aan, een regtſtreekſchen wederſtand, en rondsom tegen al haare zyden eene wryving: deze twee zoorten van weêrſtanden houden die deelen, die voor hun werking onmiddelyk blootſtaan, die ze met 'er daad aanraaken, meer tegen,

en

en vertraagen ze ſterker dan de overige. Dus moet eerlang het Lighaam, wiens deeltjes zeer weinig zamenhang hebben, en naauwelyks aan malkaâr vaſt zyn, van gedaante veranderen, verdeeld worden, en zig van een ſpreiden; maar deeze laatſte uitwerkzels moeten ongetwyffeld ook aanſtonds ophouden, zoo dra de oorzaak, dieze gewoon was voort te brengen, ophoudt. VI. LES. I. AFDEEL.

Eene Proefneeming byna zoo oud als de Lugtpomp zelf, en die, ſchoon ze zig de verdienſte, van iets Nieuws te zyn, niet kan toeſchryven, daarom egter niet nalaat zeer fraai te zyn, bewyſt wonder wel, alles 't geen we zoo aanſtonds van den Val der vloeiſtoffen, of Vogten liever, gezegd hebben.

III. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

In een glazen Buis, die men wel wat ſterk mag neemen, en wier middellyn van 8 of 10 Lynen is, doet men eenige Duimen water; en na dat men uit het overige gedeelte *PL. 1. Fig. 5.*

 van

VI. LES. I. AFDEEL.

van de Buis, dat ledig blyft, de Lugt gepompt heeft, ſmelt of zegelt men ze in A, met een Brandſchilders Lamp toe.

Uitwerkzels.

Wanneer men de Buis regt op en neêrſchudt, verheft zig het Water, als aan één ſtuk, met den ganſchen klomp teffens eenige Duimen naar boven, tot B toe, by voorbeeld; en op dezelfde wys weer op den bodem neervallende, maakt het een zelfde gedruis en doet 'er dergelyk geweld op, als een vaſt en hard Ligchaam. Het geluid is merkelyk ſcheller en doordringender indien men aan het bovenſte gedeelte van de Buis een hollen en dunnen Bol gelaaten heeft; gelyk men in de Afbeelding zien kan.

Opbelderingen.

Water valt in 't Ydel als een hard Ligchaam.

Indien 'er in deeze Buis van de oppervlakte van 't water in C of tot aan A toe Lugt was, gelyk die van den Dampkring, zoo zou, als men het water door het ſchudden van C tot in B deed klimmen, de kolom van Lugt, die

die in dat gedeelte van de Buis begreepen was, voor een oogenblik haar plaats verlaaten, en die van 't water inneemen; het water daarop weêr naar den bodem van de Buis te rugvallende, zou deeze buigbaare Vloeiſtof ontmoeten, die deszelfs val vertraagen, en na elkander wederzyds verdeeld en doorgedrongen te hebben, het zyn oude plaats weêr zou inruimen. Maar als 'er niets dan water in de Buis is, en 't zelve dus niets ontmoet, dat het zou kunnen verdeelen en van één ſpreiden, valt het alles te gelyk in één Lighaam neder, en de Voet van die waterkolom ſtoot onmiddelyk op den bodem van de Buis, eveneens gelyk een vaſt Rolrond Lighaam van hetzelfde gewigt doen zou.

VI. LES. I. AFDEEL.

Gevolgen.

Het kwikzilver van een Barometer, indien ſlegts het werktuig wel gemaakt is, bevindt zig net in hetzelfde geval, als het water van deeze onze Proefneeming. Wanneer men hetzelve in de Buis op en neêr ſchudt, loopt men, als de ſchudding wat ſterk is, gevaar

De Kwik van den Barometer ſtuit op de Buis en kan ze breeken.

 van

VI. LES. I. AFDEEL.

van het glas te breeken, en men hoort altyd een ſlag, als dien van een vaſt en hard Ligchaam; om dat het bovenſte gedeelte van de Buis lugtledig is, en het kwikzilver onmiddelyk tegens den bodem aan ſtoot.

De Tyd verandert de zwaarte der Ligchaamen niet.

De Tyd brengt uit zig zelven geen de minſte verandering in de zwaarte der Lighaamen te weeg, ten zy men veronderſtellen wilde (en waarom zou men zulks veronderſtellen?) dat alle de veranderingen, die dezelve ondergaat, in de ganſche Natuur, overal gelykvormig, eenpaarig en Evenredig zyn. Want wat de gewigten, voor zoo ver men ze met elkanderen vergelyken kan, betreft; 't gene een Pond weegt blyft altyd net een Pond weegen, zoo lang deszelfs Hoeveelheid van ſtof dezelfde en even groot blyft. Men kan 'er van oordeelen uit de *zoortelyke* zwaarten van bekende Lighaamen.

Specifiques

Het Goud, by voorbeeld, blyft beſtendig dezelfde Evenredigheid als van $19\frac{1}{2}$ tot 1, tot zuiver Water behouden. Daar loopt, 't is waar, hier of daar wel eenig gering verſchil op: maar het is vry natuurlyker, dat men

men zulks aan den verſchillenden toeſtand en geſteltenis, waar in zig die Lighaamen zomtyds bevinden, toeſchryft; aan de Hitte, aan Koude, aan Droogte, Vogtigheid, en wat dies meer zy, dan dat men 'er een onbekende oorzaak, waar van men geen de minſte reden heeft om te vermoeden, dat ze 'er is, de ſchuld van geeft. Indien 't, gelyk dagelyks geſchieden kan, gebeurt, dat een Lighaam een weinig ligter of zwaarder wordt, moet men letten, of het ook eenige ſtoffelyke Deeltjes, die deszelfs Inhoud vergrooten of verminderen kunnen, verkreegen of verlooren heeft. Eén ſpons of eenig ander Lighaam van dien aart, aan den arm van een kleine ſchaal opgehangen, en aan Lugt en derzelver aandoeningen blootgeſteld, weegt nu eens een weinig minder, dan weêr wat meêr: dog dit komt nergens anders uit voort, dan uit de verſchillende geſteltenis der Lugt, die haar omringt, en wier Vogtigheid op den eenen tyd door 't meêdeelen van haar dampen iets tot haar gewigt toe doet, terwyl ze in tegendeel op een ander tyd, door haar

VI. LES. I. AFDEEL. droogte, dezelve ligter maakt. Deeze verklaaring is zoo natuurlyk, en wordt daarom zoo algemeen voor waarheid aangenomen, dat 'er zeer veelen zyn, die zig van dit middel bedienen, om de vogtigheid en droogte van de Lugt te kennen. Gewaterd Hout, een Balk, die lang in 't water gelegen heeft, weet men, is ligter dan nieuw Hout, dat verſch gehouwen is: zou men daar uit mogen beſluiten, dat de Zwaarte verandering onderworpen zy? Is 't in tegendeel niet veel eer blykbaar, dat deeze vermindering van gewigt alleen daar uit ontſtaat, dat het een gedeelte van zyn zelfſtandigheid verlooren heeft? Men kan ten minſten daar niet aan twyffelen, dat het water hetzelve een groot deel van zyn Zouten onttrokken heeft; dewyl de Loog, die men van de Aſch van zulk gewaterd Hout maakt, zeer weinig Zoutdeeltjes in zig bevat, en om die reden ook zoo bekwaam als andere Loog niet is, om 'er 't Linnen meê te waſſchen en wit te maaken.

Ten zy Schoon 'er dan mogelyk eenige Proeven

en

en Ondervindingen zyn, die eenige veranderingen in 't gewigt van een zelfde ſtof ſcheenen aan te wyzen, moeten we egter geenzins denken, dat daar door zou beweezen zyn, gelyk zommige gedagt hebben, dat de Zwaarte door verloop van Tyd verandert. Het komt ons in tegendeel veel waarſchynlyker voor, dat zy, die zulke Proeven gedaan hebben, door 't een of ander gebrek in de uitvoering en behandeling, dat hun oplettendheid ontſnapt zal zyn, misleid zyn geworden. De gewigten van Slingers, Uurwerken, Braadſpitten, en dergelyke Werktuigen, zyn bewyzen en proeven van Ondervinding, die men tegen de hunne ſtellen kan, en van geen menſch in twyffel kunnen getrokken worden.

VI. LES. I. AFDEEL.

'er uitwendige oorzaaken bykomen.

Maar ſchoon nu wel de Tyd geen verandering in de Zwaarte der Lighaamen te weeg brengt, heeft dan egter het onderſcheid van Plaats geen aandoening op deeze kragt, en is zy in verſchillende plaatzen niet verſchillende?

Verſchil van Plaats brengt verſchil in de Zwaarte.

Wanneer men overweegt dat het algemeen

Het Middelpunt

VI. Les. I. Afdeel.

der Aarde is het algemeen Zwaartepunt.

Zwaartepunt der Lighaamen in 't *Middelpunt* is der Aarde, zou men ligtelyk tot de gedagten kunnen vervallen, dat die Zwaarte, naar maate van den grooter of kleinder afſtand van dat Punt, ook mogelyk wel grooter en kleinder zou kunnen zyn. Maar toen men 'er, om deeze Zwaartekragt met zig zelve te vergelyken, de proef van nam op de allergrootſte Hoogten en *Diepten*, daar men komen kon, en 'er geen het minſte verſchil in bevond, ſcheen men vryelyk te mogen gelooven, dat dezelve overal eenpaarig was en beſtendig de zelfde bleef. Men veronderſtelde zulks dan ook, zoo lang tot dat men gegronde redenen vondt om het tegendeel te beſluiten.

Naar maate van deszelfs afſtand wordt de Zwaartekragt minder.

Newton verzekert ons, (en Newton verdient zeker wel dat men hem hoor ſpreeken,) dat die heimelyke kragt, welke de Lighaamen aandryft om naar de aarde toe te vallen, minder ſterk op hun werkt, als ze verder van dezelve verwyderd zyn. *Hy* doet nog meer; hy geeft ons zelfs regels aan de hand, om deeze vermindering uit te re-

ke-

kenen, en even als of hy met zyn weegſchaal tot in de Maan toe geweeſt was, en daar zelf alles gewoogen en afgemeeten had, wil hy ons doen gelooven, dat een Steen, by voorbeeld, die van de Maan af begon te vallen, geen meer wegs in een Minuut tyds zou afloopen, dan hy hier op de aarde doet in een Sekonde; dat is te zeggen, dat hy op die hoogte en afſtand van 's Aardryks middelpunt 3600 maal langzaamer zou vallen, dan hy naby de oppervlakte der aarde gewoon is te doen.

VI. LES. I. AFDEEL.

Zwaarte der Lighaamen in de Maan.

Verwondert men zig, dat die ſchrandere Wysgeer dus ſtoutelyk een oordeel heeft durven vellen over zaaken, die ver boven 't bereik ſchynen van 't Menſchelyk vernuft; men mag met regt nog meer verbaaſt ſtaan, als men ziet, dat hy die Stellingen niet voor enkel waarſchynlyke giſſingen, voor een fraai uitgedagt Stelzel opgeeft; maar dat hy alles, wat hy beweert, ook daadelyk geſtaafd heeft met Proefneemingen, met Betoogingen, die het allerſcherpſte onderzoek kunnen doorſtaan. NEWTON, 't is waar, heeft

VI. LES. I. AFDEEL.

heeft wel niet Wiskonſtig betoogd, dat de middelpuntzoekende kragt der Maan dezelfde is, als die der Lighaamen, die tot onzen Aardkloot behooren; maar hy heeft het veronderſtelt met zoo groot eene waarſchynlykheid, dat men 't niet wel ſlegts voor een bloote giſſing kon aanzien (*).

Ontdekkingen van Newton.

Langs welken weg kan men dan weeten, wat 'er in de Maan omgaat, dat men 'er met zoo veel verzekering van ſpreeken durft, en dan nog daarenboven raad weet zig te doen gelooven?

Het is in de Werken van Newton zelf, of in breedvoeriger Uittrekzels uit dezelven, dan wy hier gevoeglyk maaken kunnen, dat men zyne gedagten en Proefnee-

(*) Schoon de Theorie van den Heer Newton zeer wel overeenkomt met de meeſte Starrekundige Waarneemingen, is men nogthans, ten opzigt van de Maan, genoodzaakt te erkennen, dat de Wet, volgens welke hy de Zwaarte doet verminderen, niet aanneemelyk zy. Men vergelyke wat de Heer Clairaut dienaangaande gezegt heeft: in de *Mem. de l'Acad. Royale des Sciences*, de l'An 1745. [*Uitlaating* en *Aantekening* van den Heer Nollet, in den Nieuwen Paryſſchen Druk.]

neemingen nagaan en onderzoeken moet. Het geen hy van de Zwaarte der Lighaamen zegt, heeft een naauw verband met het ganſche algemeen Zamenſtel der Waereld, 't welk NEWTON gelukkiger uitgedagt en in order geſchikt heeft, dan eenig ander Wysgeer; en 't valt daarom vry bezwaarlyk zig een goed denkbeeld van dat gedeelte te vormen, als men 't van de andere deelen, daar het noodzaakelyk aan verknogt is, afſcheiden, en op zig zelven afzonderlyk beſchouwen wil. Wy zullen ons hier dan te vreden houden, met enkel als in een flaauwe ſchets te doen zien, hoe het mogelyk is, dat men van de Zwaarte der Lighaamen op de hoogte en afſtand der Maan oordeelen kan, uit die, welke ze hier hebben; veronderſtellende ondertuſſchen, dat de middelpuntzoekende kragt der Maan van de zelfde natuur is als die Zwaartekragt, die de Lighaamen, welke rondsom ons zyn, naar het Middelpunt der Aarde dryft. VI. LES. I. AF. DEEL.

Stellen wy dan, dat T de Aarde verbeeldt, L de Maan, LQRS den Loopkring van die PL. I. *Fig.* 6.

VI. LES. I. AFDEEL. die Planeet, dat is de Omwenteling, die ze in den tyd van omtrent een Maand rondsom de aarde maakt. Den afſtand der Maan van de Aarde weet men vry naauwkeurig; en rekent denzelven op ten naaſten by 60 halve Middellynen van onzen Aardkloot. Dit alles is reeds van overlang bekend geweeſt, en gaat by yder voor waarheid door.

Opgehelderd en geſtaafd. Toen wy in de voorgaande *Les van de Middelpuntskragten* ſpraken, hebben wy doen zien, dat een Lighaam, 't welk ronddraait, zulks alleen doet uit hoofde van zekere kragt, die hetzelve onophoudelyk naar een zelfde punt toe dryft of trekt, terwyl een andere kragt het Lighaam ondertuſſchen geduurig doet neigen om zig volgens een andere loopſtreek te beweegen. Wanneer wy derhalven de Maan rondsom ons zien draaien, en haar gewoone omwenteling maaken, mogen wy 'er met volkomen goed regt uit beſluiten, dat zy een middelpuntzoekende kragt heeft, of, 't geen op het zelfde uitkomt, dat zy weegt en zwaarte heeft naar de Aarde.

Wy

Wy hebben voorheen ook, toen we van de Zamengeſtelde Beweeging ſpraken, aangetoond, dat indien een Lighaam, op een zelfden tyd, aan twee Beweegkragten, als L P, by voorbeeld, en L C, gehoorzaamt, dat men dan de evenredigheid van die twee Beweegkragten tot malkanderen kent aan de *Hoeklyn* L Q, welke dat bewogen Lighaam beſchryft. VI. LES. I. AFDEEL.

Dewyl men nu den Tyd weet, dien de Maan aan 't afloopen van haar gantſchen Loopkring beſteedt, weet men ook hoe veel tyds zy zal nodig hebben om een klein deel en ſtuk van denzelven, als L Q, te beſchryven: en daar uit kan men verder opmaaken, hoe veel wegs zy in den zelfden tyd afgelegd zou hebben, indien ze ſlegts door eene van die twee Beweegkragten gedreeven was geworden. Dus als L Q, by voorbeeld, de Boog is van haar Loopkring, dien ze in den tyd van een uur afloopt, zal L P den weg of lengte verbeelden, die ze in den tyd van een uur zou neêrvallen en al vallende afloopen, indien ze alleen den Indruk

VI. LES. I. AFDEEL.

druk der Zwaarte volgde, en daar door alleen gedreeven werd (*).

De Zwaartekragten neemen af, naar maate dat de Vierkanten der Afſtanden toeneemen.

Langs deezen weg was het omtrent, dat de Heer Newton zoo ver kwam, dat hy ontdekte, dat een zwaar Lighaam, van de Maan af beginnende te vallen, ten naasten by 15 Voeten in een minuut tyds zou afloopen: waar op hy, deeze ſnelheid vergelykende met die, welke de Lighaamen hier beneden hebben, als ze door hunne Zwaarte vallen, bevondt, dat de eerſte, die naamelyk der Maan, 3600 maal kleinder was. Want een Steen, die, geduurende een minuut tyds, vry en los viel, zou in dien tyd 3600 maal 15 voeten, dat is 54000 voeten afloopen. Waar uit hy dan eindelyk beſloot, dat de Zwaartekragt afneemt in dezelfde

(*) De Nederduitſche Leezer, die dit ſtuk en eenige andere fraaie Aanmerkingen, op de Zwaarte en 't Gewigt der Lighaamen in de Maan en andere Dwaalſtarren betrekkelyk, breeder wenſcht betoogd en opgehelderd te zien, kan gevoeglyk te regt raaken by den Heer van Musschenbroek, in zyn Beginzels der Natuurkunde, bladz. 114, 115, 116.

de evenredigheid als de *Vierkanten* der Afſtanden toeneemen: want 3600 is het vierkant van 60, en de Maan is 60 maal verder van het Middelpunt der Aarde af, als de Lighaamen, die zig, gelyk wy, op derzelver oppervlakte bevinden (†). VI. LES. I. AFDEEL. *Quarré*

In-

(†) Dat de Zwaartekragten der Lighaamen afneemen naar maate de Vierkanten van hunne Afſtanden van hun gemeen Zwaartepunt, het Middelpunt der Aarde, toeneemen; drukt men anders ook veeltyds dus uit: *de Zwaartekragten der Lighaamen ſtaan tot elkander in de omgekeerde reden van de vierkanten hunner Afſtanden:* dat is, by voorbeeld, zo een Lighaam B eens zoo ver van het Middelpunt der Aarde af was als het Lighaam A; dan zou de Zwaartekragt van B viermaal kleinder zyn dan die van A. Laat A een halve, B een heele Middellyn, van 't Middelpunt af zyn, dan ſtaat de Zwaartekragt van A tot die van B als 4 tot 1. De Leezer kan 'er, onder anderen, een Betooging van vinden in de ſtraksgenoemde Beginzels der Natuurkunde, bladz. 114. Het is een Eigenſchap van de zelfde natuur, als welke wy in alle Lighaamen ontmoeten, die hun deeltjes en uitvloeizels rondsom naar alle kanten in regte Lynen uitgeeven en verſpreiden: gelyk een Kaars, by voorbeeld, die haar Ligt; Vuur, dat zyn warmte; Reukwerken en allerhande reukgeevende Lighaamen, die hunne Reukdeeltjes naar alle zyden heen uitſchieten. Naar maate dat men die Lighaamen nader is, wordt men grooter en ſterker Ligt, Warmte en Reuk

VI. Les. I. Afdeel.

De hoogſte Gebergten

Indien 'er middel voor ons was, om toe Hoogten op te klimmen, die 'er groot en verheven genoeg toe waren, zou men het ge-

Reuk gewaar; en de kragt en getal dier deeltjes en uitvloeizels neemt af en toe, in een omgekeerde reden van de vierkanten der Afſtanden. Op vier voeten afſtand, by voorbeeld, van een Vuur, zal de Warmte (alle andere omſtandigheden *gelyk geſteld*) zeſtienmaal minder zyn dan op den *afſtand* van een voet, &c. Laaten we ons verbeelden, dat die Uitvloeizels zig naar alle kanten uitſpreiden op de wyze van vierkante Puntzuilen (*Pyramides*), die met hunne Toppunten op het Ligt, warmte of reukgeevend lighaam ſtaan: het Voetſtuk van zulk een Puntzuil zal op den afſtand van twee voeten, weet men, viermaal grooter zyn, dan op den afſtand van eenen voet, en dewyl het egter het zelfde getal van uitgevloeide deeltjes, als het Toppunt of het Voetſtuk, op den afſtand van een voet *bevat*, moeten 'er die deeltjes ook viermaal dunner *in zyn*, of viermaal verder van een verwyderd liggen: bygevolg zal een vierde gedeelte van dat Voetſtuk ook viermaal minder deeltjes dan het ander Voetſtuk bevatten; en dus het getal en daar door de kragt der deeltjes afneemen, naar maate dat ze verder van 't lighaam af zyn, en wel in een omgekeerde Reden van de Vierkanten hunner Afſtanden. Dergelyk een denkbeeld vormt men zig ook van 't af en toeneemen der Zwaartekragt, naar maate van den afſtand der Lighaamen van 't middelpunt der Aarde.

genoegen kunnen ſcheppen om deeze Redeneeringen eens met Proefneemingen te gaan ſtaaven, en te zien of het uitkwam: maar onze allerhoogſte Gebergten zyn 'er te laag toe, en ſchoon men al eens ſtelde, dat ze twee mylen loodregt verheven waren, boven de laagſte plaats der aarde, tot welke men zou kunnen daalen; zou egter, gelyk uit de berekening ligtelyk te zien is, de vermindering der Zwaarte nog niet zigtbaar zyn, en niet eens gemerkt kunnen worden (*).

VI. LES. I. AFDEEL. zyn niet hoog genoeg tot deeze Proef.

In-

(*) Uit het geen zoo aanſtonds van de Eigenſchap der Zwaartekragt gezegd is, is dit ligtelyk op te maaken. De Zwaartekragten ſtaan in de omgekeerde reden van de Vierkanten der Afſtanden: bygevolg ſtaat de Zwaarte van het Lighaam op den Top van een Berg tot die, welke het heeft op de oppervlakte der Aarde, als het vierkant van de halve Middellyn der Aarde tot het vierkant van de zelfde halve Middellyn met de hoogte des Bergs vergroot. Volgens de Afmeetingen van den Heer DE LA CONDAMINE heeft de Berg *Chimboraſſo*, een der *Andes*, die men wel voor de hoogſte Gebergten der Aarde ſchynt te mogen rekenen, een hoogte boven het Waterpas der Zee van 3220 *Toiſes* of Franſche halve Roeden; als men nu de halve Middellyn der Aar-

VI. LES. I. AFDEEL.

Indien een grooter of kleinder afſtand der zwaare Lighaamen van het Middelpunt der Aarde

de, onder den Evenaar, ſtelt op 3281240 halve Roeden, krygt men voor den afſtand van *Chimboraſſo's* Top, van 's aardryks Middelpunt 3284460, dergelyke halve Roeden. Het vierkant van dit getal is 10787679691600, gelyk het vierkant van de halve Middellyn der Aarde 10766545937600 bedraagt. Deeze Getallen ſtaan tot malkander nagenoeg als 1021 tot 1019. De Zwaarte derhalven van een Lighaam op den Top van *Chimboraſſo*, ſtaat tot de Zwaarte van dat Lighaam op de oppervlakte der Aarde, op het ſtrand der Zee, als 1019 tot 1021; dat is, het heeft op den Berg een 510de gedeelte minder Zwaarte dan aan ſtrand. Het onderſcheid, gelyk men ziet, is niet zeer groot; maar 't is egter een onderſcheid, en zelfs groot genoeg, om met 'er daad de uitwerkzels daar van eenigermaate gewaar te kunnen worden. De Heer BOUGUER, naamelyk, Lid der *Paryſſche* Akademie, die, nevens den Heer DE LA CONDAMINE en anderen, naar *Peru* reisde, om de waare gedaante des Aardkloots door afmeetingen te ſtaaven, merkte dat 'er verſchil van langte in den Slinger vereiſcht werdt, om aan Zee en op grooter hoogten met de zelfde naauwkeurigheid Sekonden te ſlaan. Deszelfs langte bevondt hy aan de oppervlakte der Zee te moeten zyn, $439\frac{7}{100}$ Lynen; op een hoogte van 1466 *Toiſes* of halve Roeden, $438\frac{83}{100}$, en op de hoogte van 2434 halve Roeden boven de Zee $438\frac{7}{10}$ Lynen. Zie verder den Heer J. LULOFS, in de *Verhandelingen van de Maatſchappy der Weetenſchappen te Haarlem*, III. Deel. Bladz. 499, 500.

Aarde eenige verandering in de Zwaarte- kragt heeft kunnen doen vermoeden en erkennen, waarom zou het verſchil der Lugtſtreeken van de Aarde een dergelyk vermoeden doen geboren worden? Moeſten niet, inzonderheid in een tyd, toen men nog de gedaante van den Aardbol voor volkomen *Klootsrond* aanzag, alle plaatzen van deszelfs oppervlakte voor die kragt als te eenemaal onverſchillig worden aangemerkt, en even ſterk in die neiging naar het Middelpunt, daar ze alle even ver van af waren?

VI. LES. I. AFDEEL.

Ze is kleinder onder den Evenaar dan by de Aspunten.

Zoo dra men ſtelde, dat de aarde in vierentwintig uuren om haar As draaide, kon men ook ligtelyk begrypen, dat alle de deelen of plaatzen van derzelver oppervlakte niet even ſnel en ſchielyk draaiden, en dat die, welke onder den Evenaar gelegen waren, merkelyk grooter kringen maakten dan die, welke zig naby de Aspunten bevonden, en derhalven ook merkelyk ſnelder beweeging moeſten hebben, gelyk wy in de Opheldering der Proefneeming met den glazen Bol in de voorgaande Les hebben doen zien.

VI. Proefneeming. *Pl.* 5. *Fig.* 22, 23.

VI. LES. I. AFDEEL.

zien. Natuurlyker wyze kreeg men hier uit aanleiding om te beſluiten, dat alle Lighaamen, die zig op de oppervlakte van onzen Aardbol bevinden, aan deszelfs beweeging deel hebbende, een Middelpuntſchuwende kragt moeſten krygen: dat die Middelpuntſchuwende kragt, regtdraads ſtrydig tegen de Zwaartekragt werkende, onder den Evenaar grooter moeſt zyn, dan by de Aspunten; en dat derhalven de Zwaarte der Lighaamen moeſt afneemen, naar maate dat men dat gedeelte des Aardbodems nader kwam. Maar voor den tyd van DESCARTES en van den Heer HUYGENS hoorde men nog weinig van Middelpuntſchuwende kragten ſpreeken; en indien COPERNICUS, toen hy zyn Veronderſtelling in de weereld bragt, dezelve nog daarenboven met deeze nieuwigheid had durven belaaden, is het ten hoogſten waarſchynlyk, dat die geen beter opgang zou gemaakt hebben, dan al het overige.

Ontdekking van den Heer RICHER.

De Heer RICHER, in 't jaar 1672, op order des Konings, naar 't Eiland *Caijenne*, dat

dat op omtrent 5 graaden Noorderbreedte legt, getrokken, met oogmerk om 'er Waarneemingen te doen, die in onze Lugtſtreek niet vallen kunnen; was de eerſte, die een ontdekking deedt van merkelyk grooter belang zonder twyffel, dan alle de anderen, die hy 'er hoopte te doen. Hy merkte op, dat een *Slinger*, die te *Parys* Sekonden ſloeg, in dat Land traager liep, en langer tyden afperkte. VI. LES. I. AFDEEL. *Pendule*

Een Slinger is een Werktuig, 't welk beſtaat uit een zwaar Lighaam, een looden Bal of Kogel, by voorbeeld, die, door middel van een Draad of dunne Roede, daar hy aan hangt, Cirkelboogen om een vaſt Punt beſchryft. Deszelfs Beweeging, gelyk wy in 't vervolg van deeze Les zullen doen zien, en die men den naam geeft van *Slingering* of *Schommeling*, is een uitwerkzel der Zwaartekragt, en ſnelder of langzaamer, naar dat de Draad, daar hy aan hangt, korter is of langer. Beſchryving van den Slinger. *Oſcillation*

De Heer RICHER, zig zelven dan van de zaak wel verzekerd hebbende, en nu volko- Dezelve gaat traager by den Evenaar.

VI. LES. I. AFDEEL.

komen overtuigd, dat zyn Slinger, te *Parys* geregeld om Sekonden te ſlaan, op 't Eiland *Caijenne* traager ging, verhielp dat gebrek door hem een weinig korter te maaken, en 'er een zeker ſtuk af te neemen, daar hy nette aantekening van hieldt; en deeze Proefneeming, zedert door verſcheide bekwaame Waarneemers herhaald, en nu nog onlangs door de Leden der Akademie, die naar *Peru* getrokken zyn, gelyk ook door hun, die de reis naar 't Noorden gedaan hebben, om 'er afmeetingen te doen, welke tot de gedaante der Aarde betrekking hebben: die zoo dikwils herhaalde Proefneeming, zeg ik, heeft altyd doen zien, dat de Lighaamen omtrent den Evenaar traager vallen dan elders, en dat die vertraaging in den val der zwaare Lighaamen afneemt, naar maate de breedte der Plaatzen toeneemt, doordien men de Aspunten nader komt.

De gedaante der Aarde niet volmaakt Klootsrond.

Zedert dat men deeze Ontdekking gedaan hadt, hieldt men zig meer dan ooit van de dagelykſche Beweeging of Omwenteling der Aarde verzekerd; en dewyl deeze Omwenteling,

ling, eens erkend en toegeſtaan, onvermydelyk aan de verſcheide gedeelten van den Aardbol Middelpuntſchuwende kragten moeſt byzetten, die ongelyk, en op alle plaatzen niet even ſterk waren, begon men eerlang aan deszelfs waare gedaante te twyffelen, die tot nog toe, volgens het algemeen gevoelen, voor volmaakt Klootsrond doorging.

VI. LES. I. AFDEEL.

Zoo lang men ook de Aarde als onbeweeglyk en ſtilſtaande aanmerkte, was het zeer waarſchynlyk, dat ze volkomen Klootsrond van gedaante wezen moeſt, dewyl alle haare deelen, overal door een gelyke en even ſterke Zwaartekragt gedreeven, rondsom hun gemeen Middelpunt van Zwaarte, halve Middellynen, dat is, Kolommen van een zelfde langte moeſten vormen, om elkanderen op te weegen en evenwigt te maaken. Maar als deeze oirſpronkelyke Zwaartekragt door een ſtrydige kragt verminderd wordt, en die vermindering over den gantſchen Aardbol niet overal gelyk en eenpaarig, maar hier of daar grooter is of

Aart der Zwaartekragt, indien de Aarde ſtil ſtond.

VI. LES. I. AFDEEL.

kleinder, is het niet wel mogelyk om het evenwigt van deszelfs deelen met een volmaakt Klootsronde gedaante overeen te brengen.

PL. I. Fig. 7.

Laat ADBE de Aarde, net in 't midden doorgeſneeden, verbeelden, zoo als ze in 't eerſte oogenblik der Schepping geweeſt mag zyn, en uit deelen beſtaande, die alle door hun Zwaartekragt gelykelyk en even *ſterk* neigen naar het Middelpunt C, en die tefſens vloeibaar genoeg zyn om een gedaante naar die kragt geſchikt met elkander te vormen; dan ziet men ligtelyk, dat alle de halve Middellynen of Kolommen AC, DC, FC, zullen ze met malkanderen evenwigt maaken, en de een de ander opweegen, alle van de zelfde langte moeten zyn, en dat ze alle met haar toppunten ſtaan zullen in den omtrek van een zelfden Cirkel.

Zwaartekragt op de Aarde, die om haar As wentelt.

Maar zo dra men ſtelt, dat de Aarde een draaiende beweeging maakt en zig om haar As AB wentelt, kan 'er tuſſchen de Kolommen en halve Middellynen van de zelfde langte geen evenwigt meer plaats hebben:

want

want dan neemt de Middelpuntſchuwende kragt een gedeelte der Zwaartekragt weg, en die vermindering der Zwaartekragt door de ſtrydige werking van de andere wordt hoe langer hoe grooter, naar maate dat men van de Aspunten naar den Evenaar komt. Want het Punt D beſchryft in 24 uuren een grooten Cirkel, het Punt F loopt 'er in den zelfden tyd een ander af, die evenwydig met denzelven ſtaat, doch merkelyk kleinder van Middellyn is, en het Punt A draait in 't geheel niet. De Kolom C D moet derhalven, om even zwaar als C A te blyven, in langte toeneemen, en door een meerder maate van ſtof weêr vergoeden, 't geen de Middelpuntſchuwende kragt haar in Zwaarte heeft doen verliezen.

De omwentelende Beweeging brengt in de andere evenwydige Cirkels het zelfde uitwerkzel voort; maar dat uitwerkzel wordt hoe langer hoe zwakker en van minder belang, naar maate dat men de Aspunten nadert: en wel om deeze twee redenen. 1. Om dat de ſnelheid der Beweeging en bygevolg

VI. LES. I. AFDEEL.

ook de Middelpuntſchuwende kragt, die 'er uit ontſtaat, in die evenredigheid afneemt, en hoe langer hoe traager wordt naar de Aspunten. 2. Om dat die Middelpuntſchuwende kragt, die onder den Evenaar regtſtreeks ſtrydig tegen de Zwaartekragt aan werkt, overal op alle andere plaatzen ſlegts ſchuins tegen dezelve ſtaat, gelyk uit de *Figuur* zelve duidelyk genoeg te zien is: want op de *Evenaarsbreedte* van het Punt F, by voorbeeld, werkt de Zwaartekragt volgens de ſtreek FC, terwyl de Middelpuntſchuwende kragt daar een neiging heeft, volgens de Lyn FL.

Latitude

De Middellyn van haar Evenaar is langer dan haar As.

Uit dit alles volgt derhalven, dat de Zwaartekragt, zo de Aarde om haar As draait, overal niet gelyk en even groot kan zyn. De Stof, waar uit deeze onze Aardkloot beſtaat, moet, om met zig zelve in evenwigt te blyven, van de Aspunten af naar den Evenaar toe zig hoe langs hoe meer in de hoogte geeven en verhevener worden, gelyk HIKG; waar uit volgt dat de Middellyn van de Evenaar EG langer moet

zyn

zyn dan de As AB. Dit zal door het volgende voorbeeld duidelyker en bevatbaarder gemaakt worden. VI. LES. I. AF-DEEL.

Een Zak, van Schapenleêr gemaakt, en uit twaalf dergelyke Reepen beſtaande, als men, zoo als ze doorgaans met hunne *Figuuren* gedrukt zyn, gebruikt om 'er de Hemel- en Aard-globen meê te beplakken, vult men op met Haverkaf. Deeze zoort van buigbaare Ronde Kloot is aan zyn Aspunten van twee ſtukjes of ſchyfjes Hout met gaten voorzien, die over de vierkante yzeren *As* glyden kunnen. De As is aan beide haare enden gerond, zoo dat ze 'er, als op twee Spillen, op draaien kan; en door middel van een Katrolſchyf aan 't een of 't ander end vaſtgemaakt, brengt men den Kloot in beweeging en doet hem ronddraaien: ten welken einde men zig bedient van het Werktuig, daar wy den glazen Bol meê deeden draaien, en 't welk in *Fig.* 22 der voorgaande Les wordt afgebeeld. Die Beweeging en Omwenteling doet den leêren Zak wel haaſt zyn Klootsronde gedaante verliezen, om een in-

Proefneeming. *PL.* 2. *Fig.* 1.

VI. LES. I. AF. DEEL.

ingedrukte of *Knolronde* form aan te neemen, by de Aspunten zigtbaar geplat, en onder den Evenaar verhevener, dan een volmaakt Klootsronde gedaante zou vereiſchen.

Aplatie

Stelling van Newton en Huygens

De Heeren Huygens en Newton, zonder tot dergelyke Proefneemingen, die in een ſtof, daar het op naauwkeurigheid zoo zeer aankomt, van weinig gewigt zouden zyn, hun toevlugt te neemen, en op de Wetten der *Weegkunde* en Middelpuntſchuwende kragten alleen ſteunende, erkenden dat de Aarde van een *Knolronde gedaante*, aan haar Aspunten geplat wezen moeſt. Zy hadden hunne Uitrekeningen zelfs zoo ver voortgezet, dat ze bepaalen durfden, hoe veel de Middellyn van den Evenaar *langer* moeſt zyn, dan die van den As der Aarde. Doch dewyl deeze bepaling van eenige Veronderſtellingen, die 'er nog wat onzekerheids in overlieten, afhing, hadt de arbeid van die twee groote Mannen naauwelyks eenig ander gevolg, dan dat 'er de aandagt der Geleerden door opgewekt, en het groot belang van dat Vraagſtuk duidelyk bemerkt en erkend werdt.

Statique

Sphéroide Aplati

Als

Als Redeneering en Beſpiegeling ons brengen tot de eene of de andere Natuurkundige Ontdekking, ſchynt 't het Werk te zyn der Proefneeming, om 'er haar zegel aan te hangen, en ze met haar gezag te bekragtigen. Maar hoe zou men Proefneemingen kunnen doen over de gedaante der Aarde? Het beſte middel, en dat het meeſt van allen beſliſſen zou, moeſt zyn, dat men 'er met 'er daad de maat van nam, door de Boogen van een van haar *Middagcirkels* met malkanderen te vergelyken; en dit is 't, dat men zedert ook gedaan heeft.

VI. LES. I. AFDEEL.

Meridiens

Hoewel de Geſchiedenis van 't geen 'er in dit ſtuk gedaan is en gebeurd, eene der fraaiſte en merkwaardigſte zy, zal ik my egter in derzelver Verhaal niet inlaaten, dewyl ze met myn tegenwoordig onderwerp geen noodzaakelyke verknogting heeft. Ook wordt ze met merkelyk grooter naauwkeurigheid en omſtandiger, dan ik, om de paalen, die ik my voorgeſchreeven heb, hier zou kunnen doen, voorgeſteld in verſcheide Werken, nu onlangs eerſt uitgekomen, en boven

Beveſtigd door de Afmeetingen van de Leden der Akademie in Lapland en Peru.

VI. Les. I. Afdeel.

ven al in dat, het welk de Heer Maupertuis, die den goeden uitſlag van deeze voortreffelyke onderneming zeer behartigde, met voordagt daar over geſchreeven heeft. Ik zal 'er alleen van zeggen, dat de Reis, welke dat doorlugtig Lid der Akademie met verſcheiden van zyn Medeleden naar het Noorden gedaan heeft, om de maat te neemen van een Boog van den Middagcirkel, dien men met die Boogen, welke in *Vrankryk* gemeeten waren, zou mogen vergelyken; de gedaante, die de Heeren Huygens en Newton aan de Aarde toeſchreeven, op eenig klein verſchil naa, reeds beveſtigd heeft, en dat de uitkomſten der Afmeetingen van de Heeren Bouguer, la Condamine en Godin, in *Peru*, ook overeenſtemmen, om den Aardkloot een Knolronde gedaante toe te ſchryven, dat is zulk eene, waar van de As korter is dan de middellyn door den Evenaar.

Verſchil van Zwaarte door uit-

Hier doet zig vervolgens een andere Vraag op, die nu te onderzoeken ſtaat; of, naamelyk, het Gewigt en de Zwaarte van een

Lig-

Lighaam naar den verſchillenden toeſtand en geſteltenis, daar 't zig in bevindt, verſchillen kunnen? of Beweeging, Ruſt, Hitte, Koude, Vaſtheid, Vloeibaarheid, en dergelyke meer, 't zelve, op eene zelfde plaats, meer of min kunnen doen weegen, en nu ligter maaken, dan zwaarder? VI. LES. I. AFDEEL. wendige oirzaaken.

In 't algemeen kan men 'er op antwoorden, dat het gewigt van een Lighaam, de eigen byzondere zwaarte, die het weegt, niet verandert, maar altyd eveneens is, zoo lang de hoeveelheid van ſtof, die 't bevat, de zelfde blyft. Een Pond Lood weegt altyd een Pond, 't zy het geſmolten, of een vaſt Lighaam, een Kogel, zy: 't zy het min of meer heet, en in beweeging zy of niet: want indien het, zig beurtelings in al die verſcheide ſtaaten en omſtandigheden bevonden hebbende, ondertuſſchen niets van zyn Lighaam, zyn ſtofhoeveelheid, verlooren heeft, vindt men beſtendig altyd het zelfde gewigt weder. Het gewigt blyft altyd het zelfde.

Maar zo men de Zwaarte aanmerkt als die daadelyke, die werkzaame ſnelheid, waar me- De Zwaartekragt neemt in

VI. LES. I. AFDEEL.

den Val door verſnelling toe.

mede het zwaar Lighaam naar beneden gedreeven wordt, ontmoet men 'er een geweldig verſchil in, en ze is op 't einde van den val op verre na de zelfde niet, die ze was in 't begin. Welke ook de oirzaak der Zwaartekragt wezen moge, men moet ze ongetwyffeld begrypen, als geplaatſt in het Lighaam zelf, daar ze op werkt: eveneens omtrent gelyk het Vuur in den Vuurpyl zelve, dien het door 't beurtelings agtereen ontſteeken van deszelfs brandbaare deelen naar om hoog dryft, gehuisveſt is. Zoo dat die Zwaartekragt, derhalven, yder oogenblik, op dezelfde wyze en even ſterk op het Lighaam werkt terwyl het valt, als ze gedaan zou hebben, zo 't geſtuit was geworden of ſtil gelegen hadt. Dus zal dan, alle andere omſtandigheden gelyk geſteld, een looden Kogel, die, geduurende den tyd van eene Sekonde, door zyn zwaarte naar beneden viel, een grooter maate van die daadelyke en werkzaame ſnelheid verkreegen hebben, meer kragt van Zwaarte bezitten, dan een, die maar een halve Sekonde lang gevallen heeft.

heeft. Laat ons dit met een Proefneeming ophelderen, en als zigtbaar maaken. VI. LES. I. AFDEEL.

IV. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

A B is een langwerpig Kasje, van boven open, waar in men eene Lade, met Leem of weeke Klei gevuld, ſchuiven kan. A D en B C zyn twee ronde Kolommen of Stylen, van drie en een half voet hoog, in duimen afgedeeld, langs welke men een beweegbaar Dwarsplankje E F op en neder ſchuift, en 't zelve op een hoogte naar welgevallen met Schroeven vaſt zet. In 't midden van dit Dwarsplankje is een gat, waar in een Yvooren Bal van een duim middellyns, door middel van een Nyptangetje, met een Veer voorzien, als in G, gehouden wordt. De Bal H, den voorgaanden volkomen gelyk, hangt aan een Draad juiſt half wegs, tuſſchen het onderſte Kasje en het beweegbaar Dwarsplankje: en die Draad wordt op zulk eene wyze door het Nyptan- *PL. 2. Fig. 9.*

 getje

VI. LES. I. AFDEEL.

getje vaſtgehouden, dat, als men 't zelve opent om den Bal G los te laaten, de ander ook op het zelfde Tydpunt begint te vallen.

Uitwerkzels.

De twee Ballen, op het zelfde oogenblik hunnen Val beginnende, voleindigen denzelven niet dan op verſcheide tyden, en de een na den anderen. De Bal H, die eerſt de Klei raakt, maakt 'er een kuiltje in, dog 't welk merkelyk kleinder is, dan dat van den Bal G, die 'er na hem op nederkomt.

Opbelderingen.

De Val der zwaare Lighaamen is een verſnelde Beweeging.

Het kuiltje, dat yder Bal in de Klei maakt, is het uitwerkzel van de kragt, *die het Lighaam 'er op doet*: dit uitwerkzel derhalven wyſt het daadelyk vermogen, de kragt van werking aan, welke het Lighaam bezit op 't einde van zyn Val. Deeze kragt nu kan nergens anders uit voortſpruiten dan uit den inhoud van 't Lighaam en deszelfs graad van ſnelheid; nu zyn de inhouden in dit geval van weêrzyden gelyk; en moet derhalven,

zo de kragten verſchillen, zulks alleen daar van daan komen, dat de Bal G op 't einde van zyn Val een grooter maat en graad van ſnelheid bezat, dan de Bal H. VI. LES. I. AFDEEL.

V. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Na dat men de Lade van het Werktuig, 't welk wy by de voorgaande Proefneeming beſchreeven hebben, een weinig voorwaarts uitgetrokken heeft, op dat de Bal op een plaats zou kunnen vallen, daar de Klei nog verſch en zonder kuiltje is; zet men het beweegbaar Dwarsplankje op de hoogte van een voet boven het Kasje vaſt, en laat 'er een koperen Kogeltje, 3 oncen zwaar, uit neêr vallen: vervolgens brengt men het Dwarsplankje tot de hoogte van 3 voeten, om een ander koperen Kogeltje, van binnen hol, dat de zelfde Middellyn als het voorgaande heeft, doch ſlegts één once weegt, op een andere plaats in de Klei te laaten vallen. PL. 2. *Fig.* 9.

VI. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Als men de twee Kuiltjes met malkanderen vergelykt, vindt men ze beide net even groot en volkomen gelyk aan elkander.

Opbelderingen.

De verſnelling in den Val is evenredig aan deszelfs hoogte.

Het geen de voorgaande Proefneeming ſlegts in 't algemeen aanwees, wordt door deeze duidelyker geſtaafd, en betoogd met grooter naauwkeurigheid: want niet alleen doet ze ons zien, dat de ſnelheid der Ligbaamen, die los en vry vallen, door een langduuriger Val toeneemt: maar zy geeft ons ook de maat van dat toeneemen, van dien aanwas der ſnelheid, aan de *hand*, door te toonen, dat dezelve evenredig is aan de hoogte. Zulks begrypt men hier ligtelyk, als men ſlegts in aanmerking neemt, dat één once Inhouds het zelfde uitwerkzel heeft te weeg gebragt als drie oncen, om dat de hoogte van haar Val driemaal grooter was.

Ge-

Gevolgen.

VI. LES. I. AFDEEL.

Uit hoe grooter hoogte een Lighaam valt, hoe meer kragt het heeft.

Geen Boer is 'er, die niet weet dat de Val van een Steen zoo veel te gevaarlyker is, naar maate dat hy van een grooter hoogte valt, en dat alle breekbaare Lighaamen ook in zulk een geval het meeſte gevaar loopen van te breeken en aan ſtukken te raaken. Dit is te bekend om 'er op te blyven ſtil ſtaan. Wy zullen 'er hier alleen deeze aanmerking byvoegen, dat men, dewyl in onze Proefneeming een grooter Inhoud, uit een kleinder hoogte vallende, het zelfde uitwerkzel deed als een kleinder Inhoud, die uit een grooter hoogte viel, de vryheid heeft om een van beiden te kiezen naar welgevallen, als men zig van de kragt van een Lighaam bedienen wil, dat zyn werking moet doen door zyn Val. Want dikwils komt het te pas en voordeeligſt uit, dat men gebruik maakt van een groot gewigt in plaats van een groote ſnelheid en hoogte.

Een groot gewigt uit een kleinder

Het is wel waar, by voorbeeld, dat Hamers, door kragt van armen met een genoegzaame

VI. LES. I. AFDEEL.

hoogte doet het zelfde als een klein gewigt uit een grooter hoogte.

Het Heiën van Paalen, de Ankeren Yzerſmeederyen.

zaame ſnelheid voortgedreeven, Paalen zouden kunnen in den grond ſlaan, Ankers ſmeeden, het Yzer, uit de Myn gegraaven, in de Smeederyen, daar men 't in 't ruaw bewerkt, bearbeiden, en dergelyke zwaare werken meer verrigten; maar dit alles kan men met merkelyk minder koſten doen, wanneer men zig van zeer zwaare Lighaamklompen en blokken bedient, die men uit een maatige hoogte vallen laat, en wier beweeging moeſtal door de kragt van 't Water of die van den Wind aangedreeven en beſtierd wordt.

Dus hebben we dan gezien in 't algemeen, dat de Val der Lighaamen yder oogenblik verſnelt, of hoe langer hoe raſſer wordt en ſchielyker; laat ons nu eens door Proefneemingen den voortgang van die verſnelling aantoonen; en in welke evenredigheid en maat dezelve in vallende Lighaamen toeneemt.

VI.

VI. PROEFNEEMING.

VI. LES. I. AFDEEL.

Toeſtel.

AB en CD zyn twee ſterke Draaden van Metaal of Snaaren, omtrent 12 voeten lang, op den afſtand van eenige duimen evenwydig aan malkanderen en ſtyf geſpannen, op een wyze dat ze met den *Zigteinder* een hoek maaken van omtrent 22 en een halven graad. G is een Lighaam, 't welk door middel van twee ſchyfjes zeer los en gemakkelyk langs de Snaar AB kan glyden, en welks middelpunt van Zwaarte beneden die Snaar valt, op dat het toeloopend ſpitsje, dat boven op het Lighaam ſtaat, altyd den zelfden ſtand behoude. H is een vry zwaare Slinger, die op twee ſpilletjes, A, *a*, loopt, en wiens Roede boven by *f* een weinig uitſteekt. De langte van den Slinger moet op die maat genomen worden, dat hy net een ſlingering doet, terwyl het Lighaam G het negende gedeelte van de Snaar AB afloopt. Om zig daar van wel te overtuigen, en verzekerd te zyn dat het zo is, als 't behoort,

PL. 2. *Fig.* 10.

Horizon

VI. LES. I. AFDEEL. neemt men een kleine houte Regelmaat, waar meê men de Snaar in negen gelyke deelen afmeet, en plaatſt, vlak tegen over het eerſte negende deel of de Talletter 1, op de Snaar CD een klein Klokje K, welks ſteel of handvatſel langs de Snaar kan ſchuiven, en daar men wil, door middel van een ſchroefje, vaſt gezet worden. Het moet ook voorzien zyn van een Hamertje, welk het Lighaam G in 't voorbyglyden kan doen ſpeelen. Aan den anderen kant doet ook de Slinger H, op gelyke wyze, een ander Klokje I, van een verſchillenden klank, geluid geeven, en de uitſteekende ſtaart van deszelfs Roede in *f* maakt ter zelver tyd in 't doorſlingeren een dun zyden Draadje los, dat het Lighaam G tegenhield: zoo dat, als alles in volkomen orde en gelyk 't behoort geſteld is, het Lighaam G niet begint voort te glyden, dan wanneer de Slinger zyn Klokje I voor de eerſte maal doet ſlaan; en het ander Klokje K zig niet voor de eerſte maal hooren laat, dan wanneer de Slinger het zyne voor de tweede maal doet ſlaan. Dus ver-

verloopt 'er tuſſchen het eerſte en tweede ſlaan van 't Klokje een tyd, wiens langduurigheid men kent; en in dien zelfden tyd loopt het Lighaam G een Weg af, dien men meeten kan. Men ſchuift vervolgens het Klokje K zoo ver langs de Snaar CD voort, tot dat de Weg, door het Lighaam G afgeloopen, overeenſtemme met den tweeden tyd, dat *is*, tot dat de derde ſlag van 't Klokje I eenpaarig valle met dien van het Klokje K, 't welk men voortgeſchooven hadt; en zoo vervolgens. Men meet de afgeloopen Wegen, en vergelykt ze met de tyden, die G 'er aan beſteedde.

VI. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Terwyl de Slinger zyn eerſte ſlingering volbrengt, loopt het Lighaam G het negende gedeelte af van de Snaar; indien het daar op in zyn beweeging volhardt, en nog een tweeden tyd met neêrglyden blyft voortgaan, loopt het in dien tweeden tyd driemaal grooter Weg af, en in den derden tyd vyfmaal grooter. Het loopt derhalven hoe

Voortgang en evenredigheid der Verſnelling in vallende Lighaamen.

VI. LES. I. AFDEEL. *Viteſſe accélérée* langer hoe ſnelder, en zyn Beweeging is, 't geen men een *Verſnelde* Beweeging noemt, dewyl het in gelyke tyden hoe langer hoe grooter Wegen aflegt. Deeze verſnelling van loop neemt juiſt in de zelfde evenredigheid toe, als de oneven getallen, 1, 3, 5, 7, 9, en zoo voort: want in den eerſten tyd 1 Weg afgeloopen hebbende, loopt het in den tweeden 3, in den derden 5, in den *vierden* 7, in den vyfden tyd 9 Wegen, en zoo vervolgens. Hier uit ſpruit voort, dat men zegt, dat de afgeloopen Wegen, van het eerſte oogenblik van den Val af te rekenen, gelyk *Quarrés* zyn aan de *Vierkanten* der Tyden, die 'er toe beſteed werden: want op het einde, by voorbeeld, van den tweeden tyd vindt men 4 Wegen, door het Lighaam middelerwyl afgeloopen, welk getal het vierkant is van 2: en op het end van den derden tyd 9 Wegen, het vierkant van 3.

Ophelderingen.

De ſnelheden zyn in Indien de Zwaarte een kragt was, die van buiten op het Lighaam werkte, of op de

de zelfde wyze als zulk eene uitwendige kragt haar werking deedt, dat is, indien haar werking, by voorbeeld, was gelyk het ſlaan met een Hamer, die met zyn eerſten ſlag alles doet wat hy doen kan, zoo zou de ſnelheid van een zwaar vallend Lighaam (alle uitwendige Beletzels ter zyden geſteld) altyd eenpaarig zyn en volmaakt gelykvormig. Want waarom zou die ſnelheid eenige verandering ondergaan, indien 'er niets was, dat dezelve verminderde, en indien de kragt, die haar deedt geboren worden, eensklaps ophieldt of niet voortging met op haar te werken? Maar de Zwaarte, gelyk wy reeds gezegd hebben, is een kragt, die het Lighaam volgt, byblyft, en 'er yder oogenblik op nieuw haar werking op herhaalt. De ſnelheid van een vallend Lighaam beſtaat derhalven niet enkel in die ſnelheid, die 't bezat, toen het begon te vallen, maar wel uit de geheele ſom, het getal van al die ſnelheden, die het, geduurende den gantſchen tyd van zyn Val, verkreegen heeft.

VI. LES. I. AFDEEL.

getal gelyk aan de tyden of oogenblikken van den Val.

Als het Lighaam G, in onze Proefneeming,

VI. Les. I. Afdeel. ming, den Weg A 1 afloopt, doet het zulks uit kragt van de Zwaarte, die het naar om laag dryft: indien men derhalven den tyd, welken het tot het afloopen van dien Weg beſteedt, eens verdeelt, en, als uit verſcheide oogenblikken beſtaande, aanmerkt, begrypt men ligtelyk, dat G op yder van die oogenblikken een nieuwe ſnelheid van zyn Zwaartekragt moet ontvangen hebben, en dat derhalven de gantſche ſnelheid, die 't Lighaam G, als het aan de Talletter 1 komt, met 'er daad bezit, grooter moet zyn, dan die, welke het hadt toen 't het Punt A verliet.

Pl. 2. Fig. 11. Laaten wy, om eens net te berekenen hoe veel deeze vermeerdering van ſnelheid wel bedraagt, veronderſtellen, dat de *Lyn* A B dien eerſten tyd in zes gelyke oogenblikken verdeeld affchetſt, en de kleine Weegjes, in die oogenblikken afgeloopen, door een ander zestal van Lynen, loodregt op AB ſtaande, uitdrukken. Indien de Zwaartekragt het Lighaam in het eerſte oogenblik een weg als de Lyn *c c* doet afloopen, zal de weg, dien het in 't volgende oogenblik zal afleggen,

gen, eens zoo groot zyn, gelyk, by voorbeeld, de Lyn *dd*: want dewyl de ſnelheid, in 't eerſte oogenblik verkreegen, altyd ſtand houdt, en 'er nu nog de indruk van het tweede bykomt, moet noodwendig de ſnelheid van 't Lighaam daar door verdubbeld worworden: het zelfde heeft ook in de volgende oogenblikken plaats. Uit het gezigt der *Figuur* alleen kan men genoegzaam opmaaken; dat de verkreegen ſnelheden in getal gelyk zyn aan 't getal der oogenblikken.

VI. LES. I. AFDEEL.

De afgeloopen Wegen neemen toe in grootte, als de oneven getallen.

Verbeelden we ons nu eens, dat op 't begin van den tweeden tyd, door de Lyn BC, aan AB gelyk, uitgedrukt, de Zwaartekragt ophoude op het Lighaam te werken, dan zal hetzelve zonder verſnelling van beweeging verder blyven vallen, en voortgaan met zoo veele Wegen, aan BD gelyk, af te loopen, als 'er deelen zyn in de Lyn BC, even groot als die van de Lyn, of eerſten tyd AB. Maar nu is de ſom van al die wegen of Lynen als BD, in deezen tweeden tyd afgeloopen, eens zoo groot als die van den eerſten tyd; gelyk men ligtelyk zien kan,

als

VI. LES. I. AFDEEL. als men het Vierkant B D E C in twee Driehoeken verdeelt; waar uit onbetwiſtbaar volgt, dat het Lighaam, uit kragt der ſnelheden, in den eerſten tyd verkreegen, in ſtaat is om een weg af te loopen, eens zoo groot als die, welken het in den eerſten tyd afliep. Al kreeg dan het Lighaam G van onze Proefneeming geen nieuwe ſnelheden meer, zou het egter, als het met de eerſte ſlingering aan 't einde van den eerſten Weg 1 gekomen was, in de volgende tweede ſlingering tot aan de talletter 3 voortloopen.

PL. 2. Fig. 10.

Maar indien de Zwaarte ondertuſſchen voortgaat met haar kragt op 't Lighaam te oeffenen, zal ze in den tweeden tyd het zelfde uitwerkzel moeten voortbrengen, 't welk ze in den eerſten te weeg bragt. Als men derhalven op de zyde D E, die een tyd aan A B gelyk verbeeldt, Lynen in getal en lengte aan de voorgaande *cc*, *dd*, &c. gelyk, vallen laat, zal men voor de wegen, in den tweeden tyd afgeloopen, de drie Driehoeken B C D, C D E en D E F vinden, wier ſom gelyk is aan driemaal A B D.

Op

Op de zelfde wyze begrypt men ligtelyk, dat het Lighaam G, wanneer 't het Punt 1 verlaat, in ſtaat is om in den tweeden tyd twee Wegen, uit kragt der ſnelheden, die het in den eerſten tyd verkreeg, af te loopen, en daarenboven nog een derden Weg uit hoofde van den nieuwen indruk, dien het in yder tyd, en bygevolg ook in dien tweeden onder 't loopen ontfangt; en dat het derhalven, op die wys, tot aan de Talletter 4 naderen moet. VI. LES. I. AFDEEL.

Eveneens gaat het ook met alle de andere Tyden, die 'er volgen: en wanneer men 'er ſlegts een weinig op letten en denken wil, zal men zien, dat de Vierde, de Negende, de Zeſtiende der afgeloopen Wegen met den Tweeden, den Derden, den Vierden Tyd overeenkomen; en dat de maat of hoegrootheid van die Wegen, die tot yder van die Tyden behooren, afzonderlyk en op zig zelven genomen, tot elkander ſtaan als de oneven getallen 1, 3, 5, 7, 9. &c. En ſtaan, van 't begin des Vals afgerekend, tot malkander als de vierkanten der Tyden.

Hier uit volgt, dat een Lighaam, 't welk van zekere hoogte neêrgevallen is, op het Een gevallen Lighaam kan weer

VI. LES. I. AFDEEL.

het einde van zynen Val een trap van ſnelheid bezit, die in ſtaat zou zyn, om het zelve, zo de eene of andere oorzaak zyn Loopſtreek veranderde, weder tot dezelfde hoogte te doen opklimmen. En indien het met 'er daad door die verkreegen ſnelheid weder naar boven klom, zou zyn beweeging op dezelfde wys in 't klimmen vertraagd worden, als ze in 't vallen werdt verſneld.

opklimmen tot de zelfde hoogte,

Pl. 2. Fig. 12.

Want veronderſtellen we eens, by voorbeeld, dat het Lighaam A met een verſnelde Beweeging in B gekomen is, dat is te zeggen, dat het in den eerſten tyd den Weg 1 of AC, en in den tweeden den Weg 2 of CB, drie driemaal grooter is, heeft afgeloopen; dat zelfde Lighaam zou, indien 't uit kragt van de ſnelheid, die 't in B gekomen zynde werkelyk bezit, weer naar boven klom, en de zwaarte ter zelver tyd met werken ophieldt, in den eerſten tyd uit B tot in A toe opklimmen.

En wordt in 't klimmen vol-

Maar indien de zwaarte voortgaat met haar kragt op 't Lighaam te oefenen, en deszelfs beweeging te vertraagen; zal zy op dezelfde

de wys op het klimmend Lighaam werken, als ze op het vallend deedt; zy zal het een neiging benedenwaarts indrukken, die het een vierde gedeelte van de Lyn AB zal doen daalen: in plaats dan van tot A toe te klimmen, zal het niet hooger komen in den eerſten tyd dan tot C, en dewyl in den volgenden tyd dezelfde neiging, die de zwaarte voortgaat het Lighaam in te drukken, driemaal ſterker is, zal het al klimmende in dien tweeden tyd ſlegts het derde gedeelte afleggen van den Weg, dien het in den eerſten liep. Het zal derhalven in twee tyden tot in A komen, en de Wegen, die het in yder van dezelven afliep, zullen tot malkander ſtaan als 3 en 1. Waar uit men ziet dat de ſnelheid van een Lighaam, dat opwaarts geworpen wordt of klimt, vertraagd wordt volgens de Evenredigheid der onevengetallen, 1, 3, 5, 7, 9 (*).

VI. LES. I. AFDEEL. gens de zelfde wetten in zyn loop vertraagd.

Ge-

(*) Laat ons, tot nader Opheldering, de Wetten der Beweeging in vallende Lighaamen nog eens kortelyk overloopen.

De Zwaarte-kragt werkt zoo wel en even ſterk op een bewoogen en vallend Lighaam, als op een dat in Ruſt is. Want de-

VI. LES. I. AFDEEL. De weêr-

Gevolgen.

Alles, wat wy ten opzigt der verſnelling van vallende Lighaamen, en der Wetten van die ver-

dewyl alle Lighaamen zwaarte hebben, en die zwaarte een kragt is, in 't Lighaam zelf gehuisveſt, en 't zelve altyd byblyvende, moet zy in Bewoogen zoo wel als in Ruſtende Lighaamen plaats hebben. Beweeging kan 't wel van plaats en Loopſtreek maar niet van natuur doen veranderen; en een ſchuinze, Loodregte, Waterpasſe, of welke ſtreek het ook zy, is ſlegts een Loopſtreek, en kan iets, dat zwaar is, niet ligt maaken. Het Lighaam is en blyft altyd hetzelfde Lighaam, 't zy het bewoogen worde of ſtil legge.

De Val der Lighaamen is een Eenpaarig verſnelde Beweeging. Indien de Zwaarte-kragt, na het vallend Lighaam zekere ſnelheid bygezet te hebben, eensklaps ophield, zou het (zo 't geen Lugt en andere Beletzels ontmoette) voortgaan zig met die ſnelheid te beweegen, en naar den grond te vallen. Maar dewyl de Zwaarte-kragt het Lighaam altyd blyft verzellen en 'er op werken, zet ze hetzelve middelerwyl weer een nieuwe ſnelheid by: met die dubbelde ſnelheid zou het weder, zonder de Zwaarte-kragt, blyven voortgaan: maar dezelve geeft het ondertusſchen weer een derde ſnelheid; en zoo vervolgens. Dus begint het Lighaam hoe langer hoe ſnelder te vallen, en deszelfs Val is een Eenpaarig verſnelde Beweeging.

De

verſnelling, uit de voorgaande Proefneeming afgeleid en aangeweezen hebben, gaat in de Beſpiegeling onbetwiſtbaar door. In de daadelyke oeffening zelf, als men een Val van juiſt

VI. LES. I. AFDEEL. ſtand der Lugt baare uitzon-

De ſnelheden, die het Lighaam onder den Val verkrygt, zyn als de tyden van den Val: dat is, in getal gelyk aan 't getal der tyden, die 'er zedert het begin van den Val verloopen zyn. Want dewyl het lighaam den graad van ſnelheid, dien het in den eerſten Tyd, by voorbeeld, gekreegen heeft, blyft behouden, en de Zwaarte-kragt altyd eveneens op 't lighaam voortgaat te werken, zal ze hetzelve in den tweeden tyd wederom een gelyken graad van ſnelheid meêdeelen. Deeze twee behoudt het lighaam, en de zwaarte (want zy werkt altyd even eens) voegt 'er in den derden tyd weêr een derden graad by, en zoo voorts. Het lighaam bezit derhalven, op 't eind van den tweeden tyd, 2 graaden ſnelheid, op 't eind van den derden 3, van den vierden 4: en het getal van die graaden ſnelheids, geduurende den Val verkreegen, komt met het getal der verloopen tyden overeen: dat is, de ſnelheden zyn als de tyden.

De Wegen, die het vallend Lighaam in yder tyd afloopt, neemen toe als de oneven getallen 1, 3, 5, 7. De Zwaartekragt doet het Lighaam in den eerſten tyd een zekeren weg, 15 voeten, by voorbeeld, afloopen. Nu heeft het Lighaam, door zyn Val, op 't einde van den eerſten tyd een ſnelheid gekreegen, die het in ſtaat ſtelt, om in dergelyk een tyd met een eenpaarige ſnelheid eens zoo grooten Weg, 30 voeten, af te loopen; gelyk hier en elders betoogd wordt. Het

 Lig-

VI. LES. I. AFDEEL.

dering in die Wetten.

juiſt geen merkelyke hoogte, gelyk, by voorbeeld, die van onze Proefneeming, onder handen heeft, is het verſchil ook geenzins zigtbaar; maar zo men onze Redeneering in

Lighaam loopt derhalven, in den eerſten tyd, 1 Weg, 15 voeten; in den tweeden tyd *zou het* met die ſnelheid, zonder nieuwe kragt der *zwaarte*, 2 Wegen, of 30 voeten, afloopen: maar de *Zwaartekragt*, altyd eenpaarig op 't Lighaam werkende, voegt 'er weder haar 15 voeten by: het loopt derhalven in dien tweeden tyd 3 Wegen of 45 voeten: deeze laatſte verſnelling van 15 voeten geeft het wederom op 't eind van dien tweeden tyd een kragt, om met een eenpaarige Beweeging, in gelyken tyd, 30 voeten of 2 Wegen af te loopen, die by de voorgaande *kragt*, welke het Lighaam altyd blyft behouden, gevoegd zynde, het in ſtaat ſtelt, om in den volgenden derden tyd 4 Wegen, dat is 60 voeten, door te loopen. Of wil men 't anders dus begrypen en *uitdrukken. Het* Lighaam in de twee eerſte tyden 4 Wegen, 60 voeten, hebbende afgeloopen, heeft op 't einde van dien Val weder een kragt om met een eenpaarige ſnelheid, in gelyke twee tyden, eens zoo grooten Weg, dat is 8 Wegen of 120 voeten te loopen; en bygevolg in een tyd de helft, naamelyk 4 Wegen of 60 voeten: dog dewyl 'er ondertuſſchen de Zwaartekragt als voorheen weer bykomt, loopt het in dien derden tyd 5 Wegen, dat is, 75 voeten: en zoo vervolgens in de andere tyden Het Lighaam valt derhalven in den eerſten tyd 1 Weg, in den tweeden 3, in den derden 5; of 15, 45, 75 voeten. Derhalve noe-

in gevallen, daar men van een geweldige hoogte de Proef neemt, op de natuurlyke Uitwerkzels wil toepaſſen, zal men ondervinden dat dezelve in allen deele juiſt niet door- VI. LES. I. AFDEEL.

neemen de afgeloopen Wegen toe, als de oneven getallen, 1, 3, 5, 7.

De Afgeloopen Wegen, van 't begin van den Val af te rekenen, zyn als de vierkanten der Tyden. Dit volgt duidelyk uit het voorige. In één tyd 1 Weg loopende, loopt het in twee tyden 1 en 3, dat is 4 Wegen; in drie tyden 1 en 3 en 5, dat is 9 Wegen; welke getallen de vierkanten zyn van 1, 2, 3. Of in voeten: 15; $15+45=60$; $15+45+75=135$: want deeze getallen 15, 60, 135, ſtaan tot malkander als 1, 4, 9: de vierkanten van 1, 2, 3.

Dewyl de ſnelheden, gelyk voorheen gezegd is, zyn als de tyden; zegt men ook dat de *Afgeloopen Wegen zyn als de vierkanten der ſnelheden. De tyden of de ſnelheden* derhalven *zyn gelyk het wortelgetal der afgeloopen Wegen.* Om de hoogte derhalven van een Val te vinden, moet men, als men de ſnelheid of den tyd, dien het Lighaam 'er toe beſteed heeft, kent, denzelven vierkanten, en vermenigvuldigen met 15 voeten, die het Lighaam in de eerſte ſekonde van zyn Val doorloopt. Wanneer men uit de hoogte, als ze bekend is, den Wortel trekt, heeft men den tyd, dien het Lighaam aan dien Val beſteeden, en de ſnelheid, welke het op 't eind van dien Val bezitten zal.

Ik heb het vaſt getal van 15 Voeten behouden, om de Gebrokens te myden. Een Lighaam valt eigentlyk

VI. LES. I. AFDEEL. doorgaat, en dat de weerſtand der Middelſtoffen, of eenige andere uitwendige Beletzels, die de ſnelheid der vallende Lighaamen vertraagen kunnen, eenige veranderingen en uitzondering in die algemeene Regels veroorzaaken. Wy hebben 'er door middel van onze tweede Proefneeming reeds de blyken van doen zien*; en daar teffens gewag gemaakt † van

*Bl. 184.
†Bl. 189.

lyk in één ſekonde, of in de eerſte ſekonde van zyn Val, volgens de berekening van den kundigen Heer J. Lulofs, *Maatſchappy der W.* Haarlem. III D. bl. 503. in een Lugtledige plaats, te *Leiden*, 15 Voeten 7 Duimen, 6 en $\frac{411}{1000}$ Lynen Rynlands, of, *Paryſſche* maat, 15 Voeten, 1 Duim, 3 $\frac{14}{100}$ Lynen. Met den weerſtand der Lugt rekent men den Val doorgaans 15 V. 1 D. 2 $\frac{1}{8}$ Lyn, Paryſſche maat; 't welk wat meer dan omtrent 15 V. 7 D. en 4 Lyn Rynlands bedraagt.

In de Beweeging van een ſchuins of loodregt om hoog geworpen Lighaam hebben dezelfde Wetten plaats. *De Zwaarte-kragt werkt 'er even eens op; zyn Beweeging is een eenpaarig vertraagde Beweeging: de ſnelheden, die het verlieſt, zyn als de tyden: de Wegen, die het afloopt, neemen af als de oneven getallen: de Afgeloopen wegen, van 't begin af te rekenen, zyn als de vierkanten der ſnelheden of der tyden, en deeze weder als de wortels dier wegen.* Men ziet de hoogte, die het Lighaam bereikt heeft, of bereiken zal, als men den tyd, dien het beſteed heeft, of de ſnelheid welke men het geeft, in zig zelf vermenigvuldigt; en wanneer men uit een

van eenige andere Proeven, die zoo in *Italien* als in *Vrankryk* en *Engeland* in 't groot gedaan zyn. In den tyd van $4\frac{1}{4}$ Sekonde (*) valt een Looden Kogel van de hoogte van 272 voeten †: volgens de wet der verſnelling, welke wy zoo aanſtonds ſtaafden, rekenende 16 voeten Vals voor de eerſte Sekonde (†), en met terzydenſtelling van allen uitwen-

VI. LES. I. AFDEEL.

† *Transact. Philoſoph.* N. 562. Art. 4.

een bekende hoogte het wortelgetal trekt, vindt men den tyd, dien 't lighaam aan 't klimmen beſteeden zal, of de kragt en ſnelheid, die men 't zelve geeven moet. Dien tyd, dien het Lighaam tot het beklimmen van zekere hoogte beſteed heeft, vindt men ligtelyk, dewyl 't de helft is van den ganſchen tyd, dien het Lighaam onder weg was, eer 't weder neêr viel.

(*) In de Text der Verhandelingen van de Societeit van Londen, leeſt men $4\frac{1}{2}$ Sekonde; doch daar neem ik $\frac{1}{4}$ Sekonde af, om dat het oogenblik der Valling gerekend werdt van 't oogenblik van den Slag, die gehoord werdt van een plaats 272 Voeten hoog, en wy zullen hier na doen zien, dat de klank of het geluid omtrent $\frac{1}{4}$ Sekonde tyds beſteedt, aan die tuſſchenwydte af te loopen. [*Aantekening* van den Heer NOLLET, op den nieuwen Paryſchen Druk.]

(†) Ik heb te vooren gezegd, dat een zwaar Lighaam omtrent 15 Voeten afloopt, gedurende de eerſte Sekonde van zyn vryen val: maar de Proefne-

VI. LES. I. AFDEEL. wendigen weêrſtand, zou hy 'er in dien tyd 289 hebben moeten afloopen (*): het verſchil bedraagt derhalven 17 voeten, welke de weerſtand der Lugt in dit geval van de ſom der verſnelling, die hy volgens de rekening hebben moeſt, aftrekt.

En vermindert de ſnelheid der vallende Lighaamen. Deeze Aftrek en ſnelheids vermindering zou nog merkelyk grooter zyn, *indien* het Lighaam, in plaats van een *Looden Kogel* te zyn, een houten Bal, of van eenige andere nog ligter ſtoffe geweeſt was. Want wy hebben voorheen reeds aangemerkt, dat de weêrſtand der Middelſtoffen de Beweeging der Lighaamen zoo veel te ſterker vertraagt, naar maate dat zy een grooter omtrek, en onder dien omtrek minder ſtofs bevatten *: en men ziet ook in de Proefneeming *zelf* van den Heer Desaguliers, daar we berigt

* Bl. 185.

neeming, waar van hier geſproken wordt, te Londen geſchied zynde, moet men rekenen op 16 Voeten; aangezien 15 Franſche Voeten, op weinig naa, overeenkomen met 16 Voeten van Londen. [*Byvoegzel en Aantek.* van Nollet als boven.]

(*) [Want de afgeloopen Wegen zyn als de Vierkanten der tyden: nu ſtaat 1 Sekonde tot 16 Voeten, als 't Vierkant van $4\frac{1}{4}$ Sekonde, tot 289 Voeten.]

rigt van gaven †, dat een Papieren Bal van 5 duimen middellyns $6\frac{1}{2}$ Sekonde beſteedde, om van dezelfde hoogte als de Looden Kogel neêr te vallen, daar ondertuſſchen volgens de rekening een Val, die zoo veel tyds duurde, 676 voeten, dat is 404 voeten meer dan hy weezentlyk deedt, zou hebben moeten bedraagen (§).

VI. LES. I. AFDEEL.

† Bl. 120.

De Val der Lighaamen verſchilt nergens anders in van alle andere Beweegingen, dan in zyne Loopſtreek. De weêrſtand der Middelſtoffen werkt 'er derhalven ook op dezelfde wyze op: ik wil zeggen, dat men niet alleen op den omtrek van 't Lighaam, met deszelfs Inhoud en gewigt vergeleeken, agt moet ſlaan, maar ook op den graad van ſnelheid, die het heeft, en op de digtheid der vloeiſtoffe, door welke het valt. Want meer kragts of meer tyds wordt 'er vereiſcht om een klomp Waters, dan om een klomp Lugt van

Die eindelyk een gelykvormige en eenpaarige Beweeging wordt.

(§) [Volgens de verbetering van NOLLET als boven. Want het vierkant van $6\frac{1}{2}$ Sekonde, of $42\frac{1}{4}$, met 16 Voeten vermenigvuldigd, geeft 676 voeten, dat 404 meer is dan 272.]

VI. LES. I. AFDEEL.

van dezelfde grootte te verplaatzen: dit *is* ook de oirzaak, dat een Lighaam, als het door zyn verſnelling een zekeren graad van ſnelheid verkreegen heeft, die het met de weêrſtand biedende Middelſtoffe in Evenwigt ſtelt, voortgaat, zig verder eenpaarig en met een gelykvormige ſnelheid te beweegen.

Vroeger of laater naar den aart der Lighaamen; gelyk in Hagel, Regen, Sneeuw.

Tot deeze gelykvormigheid en *eenpaarige* Beweeging komen dé vallende Lighaamen vroeger of laater, naar maate van de verſchillende digtheid der Middelſtoffen, daar ze doorvallen, of naar maate dat zy met gelyke Inhoud en Stofhoeveelheid grooter of kleinder zyn van omtrek. Wanneer men Lighaamen van verſcheiden *gewigt, by* voorbeeld ſtukjes Papier, Hout, Steen; uit een Venſter werpt, kan men opmerken, dat de eerſte, na ten hoogte van een Val van 12 of 15 Voeten in hun beweeging verſneld geweeſt te zyn, vervolgens met een beweeging, die op 't oog eenpaarig en zonder verſnelling is, nedervallen. De Hagel valt, om dezelfde reden, met grooter ſnelheid dan de

Re-

Regen, en de Regen weder ſnelder dan de Sneeuw. Zonder die vertraagingen zou het Water des Hemels, dat het Aardryk vrugtbaar maakt, en door de milde natuur ter vervulling onzer behoeften wordt neêrgezonden, onophoudelyk onze Akkers, Landeryen en Woonſteden verwoeſten; en het allerkleinſte Hagelkorreltje zou door de ongemeene ſnelheid van zyn val een gewigt worden, dat gevaarlyk zyn zou voor onze Hoofden (*). VI. LES. I. AFDEEL.

Het

(*) Men zal zig eeniger maate een denkbeeld kunnen vormen van de kragt en werking, welke de Regendruppels of Hagelſteenen op Gewaſſen, Huizen, en Menſchen doen zouden, indien ze door den weêrſtand der Lugt in hun Val niet vertraagd werden; als men op de Uitwerkzels agt geeft van een zwaaren Plasregen of van een Hagelbui, die door een ſterken Wind voortgedreeven, en dus, volgens een andere dan haar natuurlyke loodregte Loopſtreek, verſneld wordt; dog men zal 't zig beter nog en duidelyker verbeelden kunnen door middel van deeze Uitrekening.

Laaten we eens veronderſtellen, dat de Wolk 5000 voeten boven de oppervlakte der Aarde hangt. Dit getal door 15 gedeeld (want 15 Paryſche voeten valt een Lighaam in eene Sekonde) en de vierkante wortel 'er vervolgens uitgetrokken, geeft nagenoeg 18 Sekon-

VI. LES. I. AFDEEL.

Die zelfde weerſtand vermeerdert de vertraaging in klim-

PL. 2. *Fig.* 12.

Het geen de weêrſtand der Middelſtoffen, van de verſnelling door de Zwaarte-kragt, in de vallende Lighaamen aftrekt, doet dezelve, by de vertraaging uit die zelfde oorzaak, in de opwaarts bewoogen Lighaamen by. Dus zal het Lighaam B, dat uit kragt van zyn verkreegen ſnelheid tot aan het Punt A, daar 't uit neêrviel, zou hebben *kunnen* opklimmen, een weinig laager blyven, om dat de Middelſtof weêrſtand biedt, en een ge-

konden voor den tyd, dien een Lighaam aan den Val uit zulk eene hoogte beſteeden zou. Een druppel, derhalven, of Hagelkorrel zou in 18 Sekonden uit die Wolk van 5000 Voeten hoog, zonder weerſtand der Lugt, op de Aarde nedervallen. Nu weet men, gelyk voorheen betoogd is, dat een *Lighaam op 't* einde van zyn Val een ſnelheid gekreegen *heeft, die* het in ſtaat ſtelt, om in den zelfden tyd een Weg, die eens zoo lang is, met een eenpaarige of gelykvormige ſnelheid af te loopen. Onze Hagelkorrel heeft, derhalven, als hy op de Aarde neer komt, een ſnelheid door zyn Val verkreegen, om in 18 Sekonden tweemaal 5000 of 10000 Voeten af te loopen, dat is, in eene Sekonde iets meer dan 555 Voeten: eene ſnelheid, die zeer na komt aan die van een Kanonkogel, wanneer hy eerſt uit het Geſchut vliegt en nog door de Lugt of andere oirzaaken geen de minſte vertraaging geleeden heeft. Zulk een

gedeelte van deszelfs Beweegkragt vernietigt. Wanneer men een yvooren Bal op Marmer vallen laat, moet men niet verwagten, al bezaten beide die Lighaamen zelfs een volmaakte *Veerkragt*, dat de Bal tot dezelfde hoogte, daar men hem uit vallen liet, weêr zal opklimmen. De Ondervinding ſtemt in dit ſtuk met de Redeneering volkomen over een (*).

VI. LES. I. AFDEEL. mende Lighaamen. *Elaſticité*

TWEE-

een Kanonkogel, naamelyk, met de grootſte kragt, die 'er op vallen kan, geſchooten, rekent men dát 600 Voeten in eene Sekonde voortvliegt: waar uit men ligtelyk zal kunnen begrypen, dat een Hagelſteen van een Loot, een Once, om nu van geen zwaardere te ſpreeken, indien ze door den weerſtand der lugt in hun Val niet vertraagd werden, volkomen het zelfde uitwerkzel zouden hebben als een Piſtool of Snaphaankogel van het zelfde gewigt, en dat de mindere Hagelkorreltjes, naar evenredigheid, de zelfde kragt zouden doen, als geſchooten Hagel van de zelfde zwaarte.

(*) Om de zelfde reden en den grooter wederſtand der Lugt tegen ligter Lighaamen, om dat dezelve minder deelen ſtof en bygevolg minder kragten bezittende, die kragten door den tegenſtand, welken ze overwinnen moeten, ook eer verliezen, klimmen Lighaamen van verſchillende Inhoud of zwaarte, ſchoon met de zelfde kragt opgeworpen, niet even hoog. Een houten of kurken Bal, van gelyke mid-

VI. LES. 2. AFDEEL.

TWEEDE AFDEELING.

Van de Verſchynzelen, waar in de Beweeging uit de zwaarte en uit eenige andere Kragt is zamengeſteld.

De Zwaarte, met een andere kragt gepaard, maakt een zamengeſtelde Beweeging.

Direction

Intenſité

INdien men zig hier, 't geen we te vooren van de zamengeſtelde Beweeging gezegd hebben, herinnert, zal men ten opzigt van dit Onderwerp weinig meer te doen hebben, dan dat men de algemeene Grondbeginzels, die wy daar ſtaafden, op de byzondere gevallen toepaſt. De zwaarte is een Beweegkragt, wier *Loopſtreek* en grootheid van vermogen of *Kragtgraad* uit het geen we zoo aanſtonds daar van zagen, reeds bekend is. Zoo dra men derhalven ook de andere kragten kent, die teffens met de zwaarte de Beweeging der Lighaamen veroorzaaken en regelen, weet men, dat men de verſcheiden uit-

middellyn, en met een gelyke laading uit een Mortier geſchooten, vliegt zoo hoog en ver niet als een Bom. Een Steen werpt men ligtelyk hooger dan een Blaas, een papieren Bal, of iets dergelyks.

uitwerkzels, die 'er door ontſtaan kunnen, ook altyd overeenkomſtig zal bevinden met de wetten der zamengeſtelde Beweeging, welke wy in onze voorgaande Les geſtaafd hebben. Laaten wy de algemeene en Merkwaardigſte gevallen, die 'er by plaats kunnen hebben, eens doorloopen.

VI. LES. 2. AFDEEL.

Wanneer een Lighaam aan zyn Zwaartekragt, 't zy ten opzigt van haar Loopſtreek, 't zy van haar Kragtgraad, niet volkomen gehoorzaamt, komt het daar van daan, dat het door 't een of 't ander Beletzel wordt tegengehouden, of dat het door eenige andere Werkzaame kragt, die of regtſtreeks of ſchuins tegen deeze eerſte kragt en zwaarte aanwerkt, genoopt wordt en aangedreeven.

De andere kragt is een werkzaame kragt of een Beletzel.

Indien het Beletzel regtſtreeks tegen de Loopſtreek der zwaarte overſtaat, en t'eenemaal onverwinnelyk en onbeweegbaar is; gelyk, by voorbeeld, de draad die den Bal A ophoudt, of wel het waterpas vlak, dat *a* ſtuit en verder belet voort te gaan; moet men het Lighaam aanmerken als een, dat zig bevindt tuſſchen twee gelyke kragten, die

Het Beletzel is vaſt of beweegbaar.

PL. 2. Fig. 13.

VI. LES. 2. AFDEEL.

die even groot van vermogen zyn, en Lynregt tegen elkander overſtaan; de werking naamelyk der zwaarte, en de wederwerking van het vaſt Punt, daar 't aanhangt, of van het vlak daar 't op ſteunt: en in zulken geval zeiden wy dat het Lighaam in Ruſt bleef. Maar indien het Beletzel wyken kan en door de kragt der zwaarte overwonnen worden, heeft men het geval der twee kragten, van welke de eene voor de andere zwigt, naar maate van de overmagt welke deeze laatſte op haar heeft: de Beweeging blyft een enkelde Beweeging, en wordt alleen maar vertraagd, even eens gelyk wy zagen gebeuren, als 'er Lighaamen door weêrſtand biedende Middelſtoffen vallen.

Een beweegbaar Beletzel kan een Lighaam doen vallen zonder verſnelling.

De zwaare Lighaamen voor welke de Beletzels niet dan ongevoelig en zonder dat men 't merkt, gewoon zyn te wyken; gelyk, by voorbeeld, het gewigt van een Uurwerk, van een Braadſpit, of iets dergelyks; laaten in hun Val geen de minſte verſnelling gewaar worden: om dat de Beweeging in zulk zoort van Werktuigen beſtierd en gemaatigd

wordt

wordt door middelen, die telkens en als yder oogenblik het Lighaam op nieuws weêr brengen tot zyn eerſte en Aanvankelyke ſnelheid, waar meê het, zo het los en vry was, zou beginnen te vallen.

VI. LES. 2. AFDEEL.

Voorbeelden.

Om zig een begrip te vormen, op welk eene wyze een Lighaam langen tyd agter een, en onophoudelyk kan blyven vallen, zonder egter in zyn Beweeging te verſnellen; verbeelde men zig een Bal of houten Kloot die van een Trap afvalt, wiens treeden tamelyk breed zyn, en op zulk een wys geſchikt, dat de Kloot van de eerſte op de tweede treê vallende geen meer ſnelheid verkrygt dan hy noodig heeft om al rollende op den kant te komen en 'er af te vallen op de derde treê, en zoo vervolgens. Men ziet ligtelyk, dat op die wys zyn Val op de honderſte trede net even eens zal zyn als toen hy van de eerſte op de tweede viel; om dat hy, gelyk men veronderſtelt, yder reis, dat hy waterpas rolde, de ſnelheid weêr verloor, die hy door zyn voorgaanden Val gekreegen hadt. Met het gewigt van een Uur-

VI. LES. 2. Afdeel.

werk gaat het, ſchoon juiſt zoo zigbaar niet, byna eveneens. Zoo dikwils als de Onruſt één der tanden van 't Strykrad los laat, draait de Snik een weinig: het Touw of de Ketting ſchiet ter zelver langte af, en het gewigt maakt een kleinen Val, welken wy om den korten tyd, dien het 'er toe beſteedt, wel met onze oogen niet onderſcheiden kunnen, maar die egter op het eind ſnelder is dan in 't begin: de Weêrſtand, dien de volgende tand, tot dat hy losraakt, ontmoet, neemt wel haaſt die kleine vermeerdering van ſnelheid weêr weg, en de tweede Val geſchiedt weêr even eens als de eerſte, dat is te zeggen, even of het Lighaam dan eerſt uit de ruſt tot de beweeging overging.

Oorzaaken van een ſchuinzen Val.

Indien 'er iets is, dat een Lighaam noodzaakt om langs een ſchuinze ſtreeklyn naar de aarde te vallen, is het of een Beletzel, wiens wederwerking zig evenredig naar de poogingen der Zwaarte-kragt ſchikt, gelyk een *Hellend Vlak* of een draad, daar het Lighaam aanhangt, en door opgehouden wordt:

Plan incliné

of

het is een werkzaame Beweegkragt, die een zekere bepaalde maat van vermogen heeft, gelyk de kragt van den Arm, die een Steen voortwerpt, of die van het Buskruid, dat een Snaphaankogel voortdryft. Laat ons deeze twee gevallen in de volgende *Leden* wat naauwkeuriger onderzoeken. VI. LES. 2. AF-DEEL. *Articles*

EERSTE LID.

De Val der Lighaamen langs een hellend Vlak

Het *Hellend Vlak*, daar wy hier van ſpreeken, is een Vlak, dat niet *Loodregt* ſtaat als *a p*, noch *Waterpas*, als *p* C, maar dat met deeze twee Lynen een Driehoek maakt, gelyk de Lyn *a* C. Hellend Vlak. *Vertical* *Horizontal* *PL.* 3. *Fig.* 14.

Het Hellend Vlak zegt men dat minder helt, naar maate dat het boven het Waterpas-Vlak meer verheven is, en ſteilder afloopt: of, 't geen op 't zelfde uitkomt, naar maate dat de Lyn *a p* langer is in vergelyking van de Lyn *p* C. Dus helt het vlak *a* C meer dan het vlak *a* D. Meerder of minder Helling.

Wanneer een Lighaam langs een Hellend Vlak Tegenwerking

VI. LES. 2. Afdeel. van het Vlak.

Vlak naar beneden valt, is het 'er even eens meê gelegen als of het opgehouden en geſtut werde door een vaſt en ondoordringbaar Vlak, wiens ſtreek of helling altyd dezelfde blyft, of wel als of het beſtendig naar evenredigheid ſchuins opwaarts getrokken werde door een kragt, wier Beweegſtreek yder oogenblik met de Beweegſtreek der Zwaartekragt een altyd gelykvormigen *hoek maakte*; gelyk, by voorbeeld de Lyn F A, of de Lyn *fa* (*).

Maakt een zamengeſtelde Beweeging met de Zwaarte.

Een zwaar Lighaam, dat genoodzaakt wordt om op die wys langs een ſchuinze Lyn en hellende Vlakte te daalen, moet men aanmerken als een Lighaam, 't welk aan twee Beweegkragten, wier *Loopſtreeken* van

(*) Een gelykvormige Hoek (*Angle ſemblable*) betekent niets anders dan een Hoek van den zelfden aart, de zelfde gedaante en grootte. De Lynen F A en *fa*, volgens welker ſtreek het hellend Vlak tegen het Lighaam werkt, en volgens welke men zig derhalven verbeelden mag, dat het Lighaam als elk oogenblik ſchuins opwaarts getrokken wordt, ſtaan, gelyk hier, altyd loodregt op het Vlak; blyven bygevolg overal evenwydig aan malkander, en vallen 'er, waar men ook de tegenwerking van het Vlak afbeelden wil, altyd op, met de zelfde neiging

van elkander verſchillen, gehoorzaamt; en deszelfs Beweeging zal een zamengeſtelde Beweeging worden volgens het voorſchrift van die Wetten, welke wy in onze voorgaande Les geſtaafd hebben: alle de uitwerkzels, die wy hier onderzoeken zullen, zyn niet anders dan toepaſſingen en voorbeelden van die Wetten.

VI. LES. 2. AF-DEEL.

Laaten wy nu eens veronderſtellen, dat AP de Zwaarte-kragt verbeeldt, dat is, dien weg, welken het Lighaam A, indien het vry en onverhinderd viel, in den eerſten tyd van zyn Val zou afloopen; en dat AF een andere Beweegkragt is, die het ſchuins opwaarts of voorwaarts trekt. Als men nu, volgens de voorheen aangeweezen Regels, op dee-

Denkbeeld van den Val eens Lighaams langs een hellend Vlak.

ging en ſchuinsheid. De loopſtreek der Zwaartekragt is altyd loodregt naar beneden, en blyft derhalven ook overal evenwydig aan zig zelve. De Hoeken, derhalven, door de twee Lynen gevormd, moeten ook altyd gelykvormig zyn en de Hoek FAP blyft gelyk aan den Hoek *fap*. Het wil dan niets anders zeggen, dan dat, op welke plaats van het hellend Vlak men ook die Lynen vallen laat, haar Hoeken overal gelyk, en altyd de zelfde blyven zullen.

VI. Les. 2. Afdeel. Parallelogramme Diagonale

deeze twee eerſte zyden het *Raam* PAPa maakt, zal de kleine *Hoeklyn* Aa de loopſtreek en de ſnelheid of hoeveelheid der zamengeſtelde Beweeging aanwyzen. Hier uit ziet men dat het Lighaam A, op 't einde van den eerſten tyd, in *a* zal zyn, dat is te zeggen, op verre na zoo laag niet als het zou geweeſt zyn, indien het alleen den Indruk van zyn Zwaarte had mogen volgen.

Wil men nu weeten wat uitwerkzel de tweede tyd in de beweeging van 't Lighaam zal te weeg brengen, dan moet men de twee Beweegkragten uitbeelden door Lynen, die driemaal zoo lang zyn als de voorige. Want de Zwaarte, die het Lighaam in den eerſten tyd een Lyn als AP zou hebben doen daalen, zou het in den volgenden en tweeden tyd de Lyn *ap*, die driemaal langer is, hebben doen afloopen (*).

Deeze vergrooting der Beweegkragten, onderſteld zynde dat derzelver loopſtreeken

niet

(*) De Wegen, naamelyk, door het Lighaam in yder tyd van zyn Val afgeloopen, neemen toe, gelyk voorheen gezegd is, als de oneven Getallen, 1, 3, 5, 7.

niet veranderen en de zelfde evenredigheid tot elkanderen blyven behouden, zal voor den tweeden tyd de Hoeklyn *ab* driemaal langer dan A*a*, en in de zelfde ſtreeklyn leggende, uitleveren; en zo men op de zelfde wyze voortgaat te werken, zal men eindelyk, door een aaneengeſchakelde reeks van dergelyke Hoeklynen, het hellend Vlak AC krygen. VI. LES. 2. AFDEEL.

Indien men de Beweegkragt, die tegen de Zwaarte overſtaat en haar in haar vrye werking belet, van loopſtreek doet veranderen, en dezelve een neiging geeft gelyk *ea* of *da*, zal het Raam van form veranderen, en bygevolg ook de zamengeſtelde Beweging, die door deszelfs Hoeklyn wordt uitgedrukt. Het Lighaam zal, in zulk een geval, in plaats van langs *ab*, langs de Lyn *ag* of de Lyn *ak* vallen: zoo dat, indien de loopſtreeksverandering zoo ver ging dat de belettende Beweegkragt met een regten Hoek of loodregt tegen de neiging der Zwaarte aanwerkte, het Lighaam daar door in zynen Val niet het minſt vertraagd zou worden;

VI. LES. 2. Afdeel.

gelyk het in tegendeel te eenemaal vertraagd, dat is, geheel geſtuit zou worden en niet vallen, indien die weêrſtand volgens een regtdraads ſtrydige Loopſtreek, als *ia*, by voorbeeld, geſchiedde; gelyk yder zonder verdere verklaaring ligtelyk begrypen zal.

Het hellend Vlak vertraagt den Val.

Uit deeze grondbeginzelen nu volgt: 1. dat een Lighaam nooit met zoo groot een ſnelheid valt langs een hellend Vlak, *als langs* een Loodlyn, die de natuurlyke en eigen Loopſtreek is der zwaarte. Want, in plaats van, in den eerſten tyd, een Weg als AP af te loopen, ziet men dat het ſlegts ter langte van een Lyn als A*k* gedaald is; en geen van de drie Punten, *b*, *g*, *h*, is zoo laag, als het punt *p*, is.

En hoe ſchuinzer hoe meer.

2. Dat hoe het Vlak ſchuinzer *is* en nader aan 't Waterpas, hoe meer de Val van 't Lighaam vertraagd wordt. Want wanneer het Lighaam langs het Vlak *a*C valt, loopt het ſlegts de Lyn *ab* af in denzelfden tyd, dat het de Lyn *ag* zou afleggen, zoo het langs het Vlak *a*D viel, 't welk minder helling heeft: en indien het Vlak volkomen Water-

pas

paſs lag, zou het Lighaam, men mogt het beweegen zoo veel men wilde, volſtrekt geen Val meer hebben.

VI. LES. 2. AFDEEL.

3. Dat de Zwaartekragt, ſchoon zy vertraagd wordt, egter den Val der Lighaamen verſnelt volgens dezelfde Wetten en in dezelfde Evenredigheid, als ze doet wanneer ze alleen op het Lighaam werkt, en 'er vry en onverhinderd haar kragt op oeffenen mag. Want de Lyn *ab*, het uitwerkzel van den tweeden tyd, is, gelyk men ziet, driemaal langer dan de Lyn A*a*, die in den eerſten tyd werdt afgeloopen. Dit verſchil ſtemt volkomen overeen met dat van de twee Loodregte Lynen AP en *ap*, die den vryen en onverhinderden Val van 't Lighaam in dien eerſten en tweeden tyd afbeelden. (*)

Blyft egter een verſnelde Beweeging.

4. Dat men de ſnelheid van een Lighaam, 't welk

Evenredigheid

(*) De Val der Lighaamen langs het hellend Vlak volgt derhalven naauwkeurig de zelfde Wetten van den loodregten Val. De Wegen, in elken tyd afgeloopen, zyn als de oneven Getallen, 1, 3, 5, 7. En de Wegen, van 't begin des Vals af te rekenen, bygevolg ook als de vierkanten der Tyden, 1, 4, 9, 16.

VI. LES. 2. Afdeel. van den Loodregten en ſchuinſen Val.

't welk langs een hellend Vlak valt, vergelyken kan met die, welke hetzelfde Lighaam hebben zou, indien 't vry en onverhinderd langs de Loodlyn gevallen ware: en dat men desgelyks de graaden der ſnelheid van twee Lighaamen met elkanderen kan vergelyken, die langs twee Vlakken van een verſchillende helling vallen; dewyl men de hoegrootheid van den Val in yder agtereenvolgend oogenblik als A*a*, *ab*, langs een Vlak, welks helling bekend is, weet, en daar by het verſchil van die hoegrootheden in gelyke tyden, langs verſchillende Vlakken: gelyk, *ab* en *ag*. Indien men dus, by voorbeeld, voor een algemeene vergelykingsmaat den tyd neemt, dien het Lighaam beſteeden zou aan zyn Loodregten Val uit de hoogte van het Vlak, door de Lyn *ap* uitgedrukt, zal men bevinden, dat de tyd, dien het tot het afloopen langs de hellende Vlakte beſteedt, juiſt even zoo veel langer is, als de Lyn *a*C of *a*D langer is dan de Lyn *ap*: dat is te zeggen, dat het Lighaam juiſt zoo veel langer tyd noodig heeft om langs het hellend Vlak

af

af te loopen, als het Vlak de regtſtandige hoogte in langte te boven gaat. Wy zullen dit door een Proefneeming nader Ophelderen. VI. LES. 2. AFDEEL.

EERSTE PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Men ſpant de Snaaren, in *Figuur* 10 afgebeeld, op zulk een wyze, dat zy een hellend Vlak AB maaken, 't welk tweemaal zoo lang is als hoog; en ſtelt den Slinger, dat hy eene ſlingering doe, terwyl een yvooren Bal van de hoogte van 't Vlak AP naar beneden valt. *Pl. 2. Fig. 10.*

Uitwerkzels.

Indien het Lighaam G op hetzelfde oogenblik als de yvooren Bal zyn beweeging en Val begint, zal het niet, dan eerſt op 't eind van den tweeden tyd, aan den voet B van het hellend Vlak komen: waar uit zigtbaar blykt, dat de tyd, dien het tot zyn Val langs het Vlak beſteedt, ſtaat tot dien van den De Loodregte Val ſtaat tot den ſchuinzen als de hoogte van 't Vlak tot de langte.

VI. LES. 2. AFDEEL. den Loodregten Val van den yvooren Bal, als de langte van 't afgeloopen hellend Vlak tot deszelfs hoogte.

Nader Denkbeeld. Indien men *ap*, de hoogte van het hellend Vlak, aanmerkt als de Middellyn van een Cirkel, en men die Lyn voór den Loodregten Val neemt, dien het Lighaam in zekeren gegeeven tyd doet, zal de halve omtrek van dien Cirkel de uiterſte punten van alle ſchuinze vallen, die het Lighaam in denzelfden gegeeven tyd zou kunnen doen, als *b*, *g*, *b*, ſnyden. Deeze manier eens wel begreepen, zal men merkelyker eenvoudiger bevinden om aanſtonds de Evenredigheid tuſſchen de ſchuinze Vallen als ML, MN, &c, en den loodregten Val MP met den eerſten opſlag te zien. Het is een verkorting van den Regel, dien we te vooren gaven, en men behoeft hier ſlegts de helling van het Vlak te weeten.

PL. 3. Fig. 15.

Algemeen Voorſtel. Corde. Men kan hier uit dit algemeen Voorſtel opmaaken: *Dat het Lighaam aan 't ſchuins nederdaalen langs de eene of de andere* Spanlyn, *welke het ook zy, van een Cirkel, even zoo veel*

tyds

tyds beſteedt, als het noodig zou hebben, om langs de ganſche Middellyn van dien zelfden Cirkel, Loodregt ſtaande, te vallen. VI. LES. 2. AF-DEEL.

Zulks blykt ten opzigt van de *Spanlynen* *Cordas* uit het Punt M getrokken oogenſchynlyk uit het geen wy van de Lynen of hellende vlakken *ab*, *ag*, *ab*, gezegd hebben: en hetzelfde bewys gaat ook door ten opzigt van de ſpanlynen OP, QP, en dergelyken, dewyl zy aan ML, MN *Evenwydig* *Parallelas* zynde haar in langte en in helling gelyk zyn. Een Proefneeming zal deeze Betooging gemakkelyker doen begrypen.

PL. 3. Fig. 14. Fig. 15.

II. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Het Werktuig, in *Figuur* 16 verbeeld, is een groote Cirkel, wiens Middellyn, die omtrent $3\frac{1}{2}$ voet haalen kan, wederzyds uitloopt op twee gaten, waar in men beurtelings een zoort van beweegbaare Regelmaat BC plant, die als een goot is uitgehold, en nu op het Punt A, dan op het

PL. 6. Fig. 16.

Punt

VI. LES. I. AFDEEL. Cordes du Cercle

Punt B naar welgevallen draaiende, alle de Spanlynen van den Cirkel kan afmeeten. Men voorziet zig van twee loopers, of Loode Kogeltjes, van omtrent 6 Lynen middellyns, van welke men den eenen plaatſt in A, onder een met een veer gewapend Nypertje D, dat hem niet eer vallen laat, voor dat men aan den draad trekt, die het opent. *Als men* den anderen Bal langs de eene of andere Spanlyn, die op het Punt *B* uitloopt, wil laaten vallen, plant men het Middelpunt der beweegbaare Regelmaat in dat Punt, en plaatſt den Bal onder een Nypertje van denzelfden aart als het voorgaande, gelyk D; welk Nypertje door middel van een Bosje of Houvaſt langs de Regelmaat B C op en neêr kan ſchuiven, en waar men wil met de Schroef E vaſt gezet worden. Dat zelfde Bosje is van agteren met een zoort van Klemmer voorzien, die den omtrek van den grooten Cirkel vat, en dus dient om de Regelmaat met elk een graad van helling, als men verkiest, vaſt te zetten. Maar als men dien anderen Bal langs een Spanlyn uit het Punt A

ge-

getrokken, wil laaten vallen, moet men de Regelmaat in dat punt planten, en den Bal in derzelver goot leggen, vlak in 't beweegpunt der Regelmaat, dermaate dat men hem door het gat A zien kan. In dat gat of oog ſteekt men een klein houten *Rolletje*, dat 'er zig vry in beweegen kan, en op hetzelve plaatſt men den anderen Bal, dien men 'er met het Nypertje op vaſt doet ſtaan: deszelfs drukking houdt dus door middel van het houten Rolletje, tuſſchen beiden geplaatſt, de beide Ballen vaſt. Een Looper, die langs de Regelmaat ſchuiven kan, bepaalt de goot op die plaats, daar de Spanlyn, die men gekooren heeft, eindigt. VI. LES. 2. AF-DEEL. *Cylindre*

Uitwerkzels.

Wanneer men de Regelmaat in den ſtand als van BC geplaatſt heeft, vallen de twee Ballen, zoo dra men aan den draad trekt, die beide Nypertjes opent, op een en 't zelfde oogenblik naar beneden, en ontmoeten malkander in B. Dit uitwerkzel blyft al- De Vallen langs de Loodregtſtaande Middellyn van een Cirkel, en alle

VI. Les. 2. Afdeel. deszelfs Spanlynen, zyn gelyktydig.

altyd hetzelfde, 't zy men de Spanlyn van den Cirkel, door de meerder of minder helling van de Regelmaat, langer of korter neemt. Dus komen ook, als de Regelmaat in A geplaatſt is, de twee Ballen altyd op denzelfden tyd, de een in B en de andere in F, op welken afſtand van het Punt A men F in den omtrek des Cirkels *ook geplaatſt* hebbe: en dit bemerkt men duidelyk *daar uit*, dat de Bal, die tegen den Looper, waardoor de goot geſlooten wordt, ſtuit, en de ander die op het Punt B valt, beide ſlegts eenen enkelen Slag doen hooren.

Ophelderingen.

Een Lighaam valt, langs een langer of korter Spanlyn, in denzelfden tyd.

Indien men de moeite genomen heeft, om de voorheen gemelde Betoogingen met de gedagten na te gaan en te overweegen, zou het genoegzaam onnoodig zyn, dat we ons met het Ophelderen deezer Proefneeming lang bezig hielden. Maar zoo men ſlegts in 't algemeen weeten wil, waarom een Lighaam in dergelyk geval even veel tyds beſteedt met

een

korten, dan met een langen Weg af te loopen, ('t welk in den eerſten opſlag vry wonderſpreukig luidt) moet men in aanmerking neemen, dat een vallend Lighaam nooit in denzelfden tyd meêr wegs aflegt dan wanneer het loodregt naar de aarde valt, en dat het in tegendeel nooit minder wegs in dien zelfden tyd zal afloopen, dan wanneer het op een vlak *is*, dat byna Waterpas ſtaat. Want indien de Regelmaat geplaatſt was in den ſtand van B *e* of A *f*, zou de Bal in 't geheel geenen Val hebben: en derhalven moeten de Lynen, door deszelfs Val in zekeren bepaalden tyd beſchreeven, ook hoe langer hoe korter worden, naar maate dat zy grooter helling hebben; of, 't geen op 't zelfde uitkomt, naar dat zy van den *Loodregten* ſtand verder afwyken.

VI. LES. 2. AFDEEL.

Vertical

Gevolgen.

Dewyl een hellend Vlak altyd langer is dan een loodregt Vlak van dezelfde hoogte, begrypt men ligtelyk dat een Trap, een zagt opgaande glooijing, een ſchuins gezette Ladder, ons niet langs den korſten Weg tot een

Voorbeelden en dienſt van hellende Vlakten.

VI LES. 2. AFDEEL. zekere hoogte brengen. Dagelyks geeft men egter die middelen den voorrang boven anderen, welke ons tyd zouden kunnen doen uitwinnen. Wanneer men, by voorbeeld; met een Rytuig by een Sluis, hoogen *Dyk* of Berg wil opryden, of zeer zwaare Laſten tot zekere hoogte brengen; gelyk Wynvaten, die men uit een Kelder *haalt*, of Blokken Marmer, die men uit een *Schuit* op den Wal wil zetten, en dergelyke voorvallen meer; bedient men zig veelal van hellende Vlakken, die meer tyds dan een loodregte opheffing en klimming vereiſchen. Daar moet derhalven een reden zyn, waarom men beſluiten kan, tyd te verliezen: want natuurlyker wys verkieſt men *den naaſten* weg en kortſten arbeid. Gewiſſelyk is'er ook een: vertraagt het hellend Vlak de ſnelheid der Lighaamen, die 'er langs nederdaalen, men heeft ook zoo veel kragts niet noodig om dezelven in hun Val te ſtuiten en tegen te houden; men kan op die wys hun zwaarte gemakkelyker meeſter worden, en dezelve beter, maar men verkieſt, behandelen, 't

zy

zy men ze in ruſt of tegen wil houden, of van beneden opwaarts brengen. Wanneer men derhalven van dergelyke Vlakken tot om hoog voeren van zwaare Lighaamen, of het vertraagen en beſtieren van derzelver Val, gebruik maakt, is de tyd, dien men 'er meer aan beſteeden moet, niet zoo zeer een verlies, dan wel een verwiſſeling van minder ſnelheid voor meerder kragt: en de vryheid, die men langs dien Weg heeft, om of de eene of de andere naar welgevallen te kunnen kiezen, is van een merkelyk voordeel in de *Beweegkunde*. Wy zouden hier wel de Evenredigheid nader onderzoeken kunnen, tusſchen de ſnelheid, die men verlieſt, en de grootheid van 't vermogen of den kragtgraad, dien men op het Lighaam niet behoeft te gebruiken, als men het langs een hellend Vlak doet opklimmen of daalen; maar dit onderzoek zal natuurlyker wys in 't vervolg en beter te pas komen, als wy van de Werktuigen ſpreeken, daar men zig tot het maaken van dergelyke en andere zoorten van Beweeging van bedient.

VI. LES. 2. AFDEEL.

Méchanique

VI. Les. 2. Afdeel. De Val langs een hellend Vlak geeft de zelfde ſnelheid als de loodregte, maar in langer tyd.

Schoon wel de ſnelheid, welke een Lighaam, dat langs een hellend Vlak valt, werkelyk bezit, altyd kleinder zy, dan die, welke het bezitten zou, indien het loodregt viel, kan men egter met waarheid zeggen, dat de ſnelheid, die het in yder ſtip van zyn ſchuinzen Val, door dat vallen verkreegen en ontvangen heeft, gelyk is aan *de ſnelheid* welke het hebben zou, zo het van een dergelyke hoogte loodregt neêrgevallen ware: het ganſche verſchil beſtaat hier maar alleen in, dat het meer tyds noodig heeft, om dien trap van ſnelheid te verkrygen en aan te neemen, door een ſchuinze Beweeging, dan door een Loodregten Val.

Pl. 3. *Fig.* 17.

Als het Lighaam A derhalven *in a* gekomen is, heeft het denzelfden graad van ſnelheid verkreegen, dien het gehad zou hebben, zo het loodregt langs de Lyn A *a* of M 1 gevallen was: als het in *b* is heeft het dezelfde ſnelheid, als of het uit B viel langs een loodregte lyn als B *b* of M 2; en dus zal op 't eind van den ganſchen Val langs A *a*, *ab*, *b* 3, de Som van alle de ſnelheden, door

die

dien Val verkreegen, gelyk zyn aan de ſnelheid, welke een loodregte Val, langs M 3, het Lighaam zou bygezet hebben. Dit geſchiedt daarom, om dat de loodregte hoogte van deezen laatſten Val dezelfde is, als die van de drie voorgaande ſchuinze Vallen, met malkander genomen; en dat de verſnelling, door den Val langs een hellend Vlak veroorzaakt, altyd evenredig is en in dezelfde order en maate toeneemt, als die van een vryën en loodregten Val.

VI. LES. 2. AFDEEL.

Het Lighaam kan, door de kragt van dien Val, tot dezelfde hoogte weêr opklimmen.

Wy hebben voorheen gezegd, dat de verſnelde Beweeging, door den Val te weeg gebragt, het Lighaam een kragt byzet, die het in ſtaat ſtelt, om tot dezelfde hoogte, daar het uit nederviel, weêr op te klimmen; en dewyl deeze verſnelling in den ſchuinzen Val geſchiedt volgens dezelfde Wetten, die ze in den loodregten Val volgt, zal dat Voorſtel, daar we toen ſlegts met een woord gewag van maakten, voor volkomen beweezen kunnen gehouden worden, zoo dra wy door Proefneemingen zullen hebben doen

VI. LES. 2. AFDEEL. zien, dat een Lighaam, volgens welk eene Beweegſtreek zyn Val en opklimming ook geſchiede, altyd tot dezelfde hoogte weêr opklimt, als daar het uit neergevallen was. Maar om alles, wat hier toe betrekkelyk is, teffens te bewyzen, moeten wy, eerſt, van den Val der zwaare Lighaamen langs Kromme lynen, kortelyk, iets zeggen.

Denkbeeld van een Kromme lyn.

In de voorgaande Les * zeiden wy, dat men een Kromme lyn moeſt aanmerken als een reeks van kleine Regte lyntjes aan elkanderen geſchakeld, en min of meer, naar den aart der Kromte, ſchuins tegen een leggende of hellende. Op dezelfde wys kan men dan ook het Lighaam, dat langs zulk een Kromme lyn klimt of daalt, aanmerken, als of het verſcheiden kleine hellende Vlakjes, ſchuins op elkanderen ſtaande, afliep: en wanneer men dan verder op alle die kleine Vlakjes, met een verſchillende helling en hoek tegen een aangevoegd, telkens alles toepaſt, wat wy van een enkel Vlak, welks helling overal gelykvormig was en eenpaarig, gezegd hebben, zal men ligtelyk de oor-

* Bl. 36.

zaak

zaak begrypen kunnen van den verſchillenden aart der beweegingen, welke de verſchillende kromten in den loop der zwaare Lighaamen, 't zy in 't vallen, 't zy in 't klimmen, doen ontſtaan.

VI. LES. 2. AFDEEL.

Laaten wy eens, om zig hier een duidelyker denkbeeld van te vormen, veronderſtellen, dat het Cirkel-vierendeel A E D beſta uit vier regte Lynen AB, BE, EC, en CD: het Lighaam, dat langs dezelve afloopt, bevindt zig, geduurende zyn Val, op Vlakken, die hoe langs hoe meer helling en ſchuinsheid krygen, naar maate dat het aan 't end van zyn Val, D, nadert: en uit alles, wat we te vooren van dat ſtuk gezegd hebben, begrypt men ligtelyk, dat het Lighaam, indien het uitwerkzel der Zwaartekragt, dat is de ſnelheid door den Val veroorzaakt, altyd dezelfde en overal even groot bleef, merkelyk meer tyds beſteeden zou aan het gedeelte AB door te loopen, dan aan E C of C D, om dat die eerſte lyn zig merkelyk minder, dan die twee andere, van de Loodlyn verwydert. Maar dewyl hier verſnelling, gelyk in allen

En van de Beweeging van een Lighaam, dat langs dezelve klimt of daalt. *Pl.* 3. *Fig.* 18.

 Val,

VI. LES. 2. AFDEEL. Val, plaats heeft, zal het Lighaam, als het zig tuſſchen C en E op een meêr hellend Vlak bevindt, ook meêr verkreegen ſnelheden bezitten; en dewyl deeze trap van ſnelheid, welken het Lighaam in 't ſtip C werkelyk bezit, afhangt van de byzondere ſnelheden, die het de meerder of minder helling der voorgaande gedeeltens of *vlakken* hebben doen aanneemen; zou 'er een zekere Kromme lyn kunnen zyn, in welke die eerſte gedeeltens, een regtſtandige Loodlyn nader komende, den Val in zyn begin ſnelder, en de ganſche ſnelheid van 't Lighaam over

Pl. 3. Fig. 19. 't geheel grooter maaken zouden. Van dien aart is de lyn F G H, welke men den naam

Cycloïde geeft van een *Cirkeltrek*, een berugte Kromme, in de Meetkunde door het groot getal en 't aanmerkelyk belang van haar Eigenſchappen vermaard, als ook in de Beweegkunde door 't gebruik 't welk de Heer HUYGENS van haar maakte, toen hy ze tot beſtiering van den Slinger aan zyn Uurwerken bezigde (*).

Een

(*) De Trekking of *Generatie* deezer vermaarde Krom-

Een Lighaam valt derhalven zoo ſnel niet langs een Cirkel-vierendeel, als langs een Cirkeltrek, om dat het beginzel der kromte in de eerſte dier twee Lynen verder van de regtſtandige loodlyn afwykt dan in de laatſte, en dus de vertraagingen, op 't einde van den Val doór de helling van 't Vlak veroorzaakt, door de voorheen verkreegen ſnelheden niet genoegzaam vergoed kunnen worden. Uit denzelfden Grondregel verklaart men ook zeker Uitwerkzel, dat nog zonderlinger ſchynt, naamelyk dat 'er tot den Val, die langs de *Spanlyn*, welke de Cirkelboog onderſpant en afmeet, als HI, geſchiedt, ſchoon die lyn waarlyk korter is, egter meer tyds beſteedt wordt dan tot den Val langs de Boog zelve: 't geen regtdraats ſtrydt tegen 't algemeen vooroordeel, dat de korſte Weg ook altyd den korſten tyd vereiſcht. Dit verſchil is egter, om de waarheid te zeggen, niet zeer groot, en kan zelfs niet eens bemerkt worden, als de Spanlynen en Boogen klein

VI. LES. 2 AFDEEL.

Val langs een Cirkeltrek.

Corde

Kromme lyn, derzelver aart en verſcheiden Eigenſchap.

VI. Les. 2. Afdeel. klein en van weinig uitgeſtrektheid zyn.

Doch het wordt tyd, dat wy door Proefneemingen gaan aantoonen, dat de Lighaamen, welk eene Beweegſtreek zy ook in 't vallen mogen gehad hebben, en welk eene Lyn men hen in 't klimmen volgen doe, tot dezelfde hoogte wederom opklimmen, waar uit zy nedervielen.

III. Proefneeming.

Toeſtel.

Pl. 6. Fig. 16. In 't Middelpunt van den grooten Cirkel van 't Werktuig, daar wy in de voorgaande Proefneeming gebruik van maakten, hegt men

ſchappen, kunnen de Nederduitſche Leezers breeder voorgeſteld en betoogd vinden by den Heer Musschenbroek, in zyn *Natuurkunde*, bladz. 202. en 's Heer Lulofs Vertaaling van Keil, bladz. 162. De Heer Desaguliers ſpreekt 'er van in zyn I. *Deel*, bladz. 441. Een Cirkel, een Hoepel of Ring, loodregt met zyn Middellyn op den grond ſtaande, laat men eens rondloopen, tot dat die Middellyn, geheel omgewenteld, weder eveneens loodregt op den grond komt te ſtaan. De Lyn, door het uiterſte punt dier Middellyn in haar omwenteling beſchreeven, noemt men een *Cycloïde* of Cirkel-

men een Slinger vaſt, beſtaande uit een Zyden draad en een Looden Kogeltje van 7 of 8 Lynen Middellyns; en men ſtelt het Werktuig door middel der Voetſchroeven in dien ſtand, dat de draad van den Slinger, als hy ſtil hangt, Evenwydig loopt met de Lyn AB. Twee yzeren Pennetjes ſteekt men in het Vlak van den Cirkel derwyze, dat ze 'er Loodregt opſtaan; het een beurtelings in de ſtippen *e*, en *d*, en het ander in de ſtippen *e*, *f*, *g*.

VI. LES. 2. AFDEEL.

PL. 3. Fig. 20.

Uitwerkzels.

Als men den Slinger uit de ſtip *b* vry en onverhinderd vallen laat, zal hy, zo hy geen beletzels op de Lyn *a b* ontmoet, tot in *g* opklimmen: indien hy een pennetje in 't ſtip *c* ontmoet, klimt hy tot *f*, en als het pennetje in *d* geplaatſt is, tot *e*. Ligtelyk begrypt

keltrek. De Wielen der Rytuigen maaken, onder 't voortryden, aaneengeſchakelde Cirkeltrekken. Yder gedeelte van zulk een Wagenrad, yder Nagel, by voorbeeld, van deszelfs band of beſlag, trekt van die Plaats af daar het op den grond ſtaat, tot dat het eens omgewenteld zynde weer op den grond komt, dergelyk een Kromme lyn door de Lugt.

VI. Les. 2. Afdeel.

grypt men, tot welk eene plaats hy klimmen zou, als men een yzeren Pennetje, daar hy met zyn draad tegen aan ſloeg, in *e*, in *f*, of in *g*, hadt ingeſlagen (*).

Ophelderingen.

Het Lighaam klimt altyd weer tot de zelfde hoogte, daar 't uit viel.

Het Kogeltje van den Slinger, uit *b* tot in *b* gevallen, en geen beletzel ontmoetende, bedient zig van de ſnelheid, die het in zynen Val door een verſnelde beweeging gekreegen heeft, om een Cirkelboog, die het zelfde Middelpunt heeft, als die, welken het in zynen Val beſchreeven hadt, af te loopen. Het Pennetje, dat het vervolgens in de Stip *c* of *d* ontmoet, wordt een nieuw vaſt punt, om het welke het voortgaat zig te beweegen met die ſnelheid, welke het op dien tyd bezit; en, in plaats van de Boog *bg* te beſchryven, klimt het opwaarts langs *be*

(*) Naamelyk tot dezelfde hoogte, de lyn *dg*: en min of meer voor of agterwaarts op dezelve, naar maate van de langte van den draad, die hy agter het Pennetje, daar hy met denzelven tegen ſtuitte, nog overhieldt.

be of *bf*, naar maate van de langte van zyn halve Middellyn of Draad, die hy na 't ontmoeten van het Pennetje nog overhoudt. Maar ſchoon het in dat opwaartsklimmen Boogen beſchryft en afloopt, die zeer veel van malkanderen in loop en aart van kromte verſchillen, ziet men egter duidelyk, dat het altyd tot een zelfde hoogte komt: dewyl de Stippen, *d*, *e*, *f*, *g*, zig alle in een zelfde Lyn bevinden. VI. LES. 2. AFDEEL.

Deeze Proefneeming zou te veel bewyzen, indien het Middelpunt van het Kogeltje juiſt en naauwkeurig tot aan de Lyn *dg* toe opklom: want de weêrſtand van de Lugt en eenige kleine onvermydelyke *Wryvingen* doen hetzelve min of meer iets van zyn ſnelheid verliezen. Daarom ziet men ook, dat, als het tegen het Pennetje, in *e*, *f*, of *g* geplaatſt, raakt, de langte van zyn ganſche halve middellyn 'er nog aan ontbreekt, dat zyn Middelpunt dezelfde hoogte bereiken zou. Of liever ten naaſten by. *Frottemens*

Gevolgen.

Deeze Proefneeming geeft ons natuurlyker De Slinger.

VI. LES. 2. AFDEEL. *Oscillation* ker wys aanleiding om iets van die zoort van Beweeging te zeggen, welke men *ſlingering* noemt. Het menigvuldig gebruik, dat men 'er in de Uurwerken van maakt, en de naauwe betrekking die ze heeft tot de Natuurkunde, uit hoofde van de middelen daar men zig van bedient om ze haar werk *juiſt* en behoorlyk te doen verrigten, vereiſcht, dat wy 'er het merkwaardigſte, en op welks wetenſchap het meeſt aankomt, van leeren kennen: dog wy moeten ons in dit ſtuk alleen houden aan 't geen onder 't bereik van Proefneemingen valt; en ten opzigt van alles wat enkel Meetkonſtig is den Leezer wyzen naar de geleerde werken van Galilæi, van de Heeren Huygens, de Mairan, *en andere*, en naar de Uittrekzels, die men 'er van gemaakt heeft.

Zyn Beweeging. *Oscillation Vibration du Pendule.* Door *ſlingering* of *ſchommeling* van een *Slinger* verſtaat men de Beweeging van een Looden Kogel of eenig ander dergelyk Lighaam, met een draad of een roede aan een vaſt punt hangende, om welk punt het in zyn Beweeging een boog beſchryft; gelyk in de Proef-

nee-

neeming, by voorbeeld, die wy zoo aanſtonds hebben opgehelderd. VI. LES. 2. AFDEEL.

Men onderſcheidt de Slingers in twee zoorten; den enkelden, en den zamengeſtelden Slinger.

De Enkelde Slinger.

Een Enkelden Slinger zou men eigentlyk noemen, wiens draad, daar hy aan hing, geen de minſte zwaarte hadde, en wiens Kogeltje zyn ganſche gewigt in één enkele Stip begreep; gelyk, by voorbeeld, indien deszelfs geheele zwaarte in het Middelpunt vereenigd of daar alleen gehuisveſt was.

De Zamengeſtelde Slinger.

Den Zamengeſtelden Slinger noemt men, die in verſcheide ſtippen van zyn langte gewigt en zwaarte heeft, even, by voorbeeld, als of aan die Roede, daar hy aanhangt, twee Kogeltjes, de een boven den anderen hingen. Schoon al inderdaad die Roede niet meer dan één Kogeltje droeg, nogtans, zo de Roede merkelyke Zwaarte heeft, of de Kogel taamelyk groot is (gelyk in 't gebruik doorgaans gebeurt) zou zulk een Slinger als een Zamengeſtelde aangemerkt moeten worden; niet tegenſtaande men gewoon is

hem

VI. LES. 2. AFDEEL. hem een Enkelden Slinger te noemen. Alles, wat wy zo aanſtonds over dit ſtuk zeggen zullen, moet men van den allereenvoudigſten en eigentlyk Enkelden verſtaan, zulk eenen, naamelyk, wiens ganſche gewigt en zwaarte men als in het één enkel punt *b* begreepen en vereenigd aanmerkt.

Pl. 3. *Fig.* 20.

Dit Punt der zwaarte, 't welk men ſtelt dat eigentlyk de Boogen *beſchryft*, noemt men *Slingerpunt*, en de Stip *a*, daar 't zig om beweegt, geeft men den naam van *Beweegpunt* of Middelpunt van Beweeging.

Centre d'Oscillation
Centre de Mouvement

Hy klimt van weêrzyden tot dezelfde hoogte.

Wanneer de Kogel van den Slinger uit *b* tot in *b* gebragt is, en men hem daar los en aan zig zelven verlaat, doet zyn Zwaartekragt, die hem naar beneden dryft, en de Draad, die hem altyd op *denzelfden afſtand* van de Stip *a* houdt, den Boog *bb* beſchryven: maar nu verkrygt, gelyk wy voorheen gezegd hebben, een Lighaam, 't welk dus langs een of meer hellende Vlakken nederdaalt, dezelfde ſnelheid, als het gehadt zou hebben, zo het loodregt van de hoogte *db* van 't Vlak was neêrgevallen: hy zal derhal-

ven in zyn beweeging voortgaande tot aan *g* VI. LES. 2. AFDEEL.
toe opklimmen, dat is te zeggen, tot aan dezelfde hoogte toe, als waar uit hy nederviel. Als hy daar gekomen is, heeft hy al zyn ſnelheid verſpild en kan derhalven niet verder voortgaan: hy kan 'er egter ook niet blyven en ſtil leggen, om dat zyn Zwaartekragt hem benedenwaarts dryft en daalen doet: en dewyl hy zig nu weder juiſt in 't zelfde geval bevindt, als toen hy in 't ſtip *b* werdt los gelaaten, moet hy ook weder op dezelfde wys uit *g* naar *b*, uit *b* naar *b* te rug keeren. Niets is 'er derhalven, dat de Altoosduurende Beweeging nader komt dan de Slinger, dewyl zonder den weêrſtand der middelſtof (en eenige geringe wryving om het Beweegpunt) de Slingeringen altyd even groot zouden blyven; nademaal de Kogel, telkens als hy in *b* is, ſnelheids genoeg bezit om tot die hoogte op te klimmen, van welke hy vallen moet om weder dergelyk eene ſnelheid op nieuws te verkrygen.

Dit kan men zeer klaarblykelyk vertoond en beveſtigd zien op het Werktuig, 't welk Proef.

VI. LES. 2. AF-DEEL. IV. Les. PL. 7. *Fig.* 17. I Deel II ſtuk. bladz. 444.

wy in de vierde Les, *Fig.* 17, beſchreeven hebben, wanneer men tot die Proef een zeer dunnen fynen Draad en een Looden Kogeltje van 7 of 8 Lynen middellyns neemt. Want op die wys vermindert men dermaate den weêrſtand van de Lugt, dat hy van zeer weinig belang is, en alle Slingeringen verdeelen zig op die plaats, daar het *allerlaagſte* ſtip is van den Val, in twee Boogen, *die beide*, zoo veel men merken kan, even lang zyn, en tot dezelfde hoogte reiken.

Evenredigheid tuſſchen de langte van den Slinger en den tyd der Slingeringen.

Wy hebben te vooren aangetoond, dat de tyd van den Val, langs de Spanlyn van een Cirkel, gelyk is aan de duuring van een Val, die geſchiedt langs de middellyn van dien zelfden Cirkel, welke *loodregt ſtaat.* Wy hebben ook aangemerkt, dat een Lighaam, 't welk langs een Cirkelboog nederdaalt, tot dien Val een weinig minder tyds beſteedt, dan tot een Val langs de Spanlyn van dien zelfden Boog: om dat, ſchoon deeze Regte lyn korter is dan dat gedeelte van den Cirkel, welk zy onderſpant, deeze Kromme nogthans, veel meer van 't waterpas afwy-

wykende in het bovenſte deel, dan de Regte lyn, aan het Lighaam eene aanvanglyke Snelheid en daar door eene Verſnelling byzet, welke deeze meerder uitgeſtrektheid in langte, die de Boog heeft ten opzigt van zyne Spanlyn, rykelyk vergoedt. Maar, gelyk de Val langs de Spanlyn zo veel raſſer geſchiedt, hoe kleinder de middellyn is van den Cirkel, wiens Boog zy onderſpant; om dat de Spanlyn zelve, met gelyke graaden van helling of ſchuinte, zoo veel korter is: even zoo moet tot den Val langs een Boog, naar evenredigheid, minder tyds beſteed worden, van hoe kleinder omtrek deeze Boog een deel uitmaakt. Want als hy in Graaden overeenkomt met een Cirkelboog van langer middellyn, dan is hy zoo lang niet, en als hy even lang genomen wordt, dan wykt zyn bovenſte gedeelte minder van de Loodlyn af: en, om de eene of andere van deeze beide redenen, moet het Lighaam, dat zulk een Boog van kleinder middellyn afloopt, zynen Val in minder tyds volbrengen. De laatſte van deeze twee oorzaaken, vooral,

VI. LES. 2. AFDEEL.

VI. LES. 2. Afdeel. heeft zoo veel vermogen, en bevordert de Verſnelling van den Val des Lighaams zoo zeer, dat, in den omtrek van een zelfden Cirkel, de groote Slingeringen naauwlyks langer van duuring zyn dan de allerkleinſten.

Zie daar genoeg, om te doen begrypen dat 'er zekere Evenredigheid *is tuſſchen* de duuring van een halve Slingering, (*ik* wil zeggen den Val van D tot H), en de langte van den Slinger, of van den Straal, welke het Lighaam deezen Boog doet beſchryven. En, inderdaad, de langte van den Slinger gegeven of bekend zynde, weet men ook te rekenen, hoe lang zyne halve en geheele Slingering moet duuren, *of eigentlyk* hoe veel tyds de Slinger ſlaat. Want, als het Lighaam *b* in 't end is van zyn Val, in 3, *Fig.* 17, doet deszelfs verkreegen ſnelheid het tot aan *c* weder opklimmen, en dit in even zoo veel tyds, als het tot nederdaalen heeft beſteed: dus geſchiedt de geheele Slingering in twee volmaakt even groote tyden, en derhalve is de geheele bekend, zoo

PL. 3. Fig. 19.

dra

dra men de duuring van de halve weet. VI. LES. 2. AFDEEL.

Deeze Evenredigheid is zodanig, dat; indien men een zwaar Lighaam in de Loodlyn vallen laat van eene hoogte, welke tweemaal de langte van den Slinger evenaart, en dezelve een kleinen Cirkelboog beſchryve; de duuring van de halve Slingering ſtaat tot den tyd, welken het Lighaam aan zynen loodregten Val beſteedt, als het vierdedeel des omtreks van een Cirkel tot zyne middellyn; te weeten een weinig minder, en als 11 tot 14 ten naaſten by.

En, wanneer 'er twee Slingers vereiſcht worden, waar van de één zyne Slingeringen in twee, drie of viermaal zoo veel tyds moet volbrengen als de ander; moet zyn langte, tot dien einde, vier, negen of zeſtienmaal die van den anderen Slinger overtreffen: weshalve men kan zeggen, dat de langten der Slingers tot elkander zyn als de Vierkanten der Tyden, welken zy afmeeten; want 16 is 't Vierkant van 4, 9 dat van 3, en 4 dat van 2.

VI. Les. 2. Afdeel.

IV. Proefneeming.

Toeſtel.

Pl. 4. fig. 16.

Men neemt de Regelmaat van het Werktuig, in *Figuur* 16 uitgebeeld, af, dog laat 'er den Slinger op hangen, gelyk in de voorgaande Proefneeming. Het Looden Kogeltje houdt men door middel van een Nypertje met een Veer, dat men op den omtrek van den Cirkel vaſt zet, op eene kleine hoogte; gelyk, by voorbeeld, in G, en op dezelfde wys houdt men een ander dergelyk Kogeltje in A, en men ſpant de Draaden op zulk eene wys, dat men, met ſlegts aan een enkelden Draad te trekken, de beide Nypertjes op een zelfde oogenblik *doet open gaan*.

De Arm DH van 't Werktuig, dien wy ſlegts gedeeltelyk in de *Figuur* afgebeeld zien, moet lang genoeg zyn, om 'er driemaal de langte van de Lyn AB, boven het Stip A, op te kunnen afmeeten, en in dat hoogſte Punt een Nypertje met zyn Kogel vaſt te zetten.

Uit-

Uitwerkzels.

VI LES. 2. AFDEEL. De voornaamſte Eigenſchappen van den Slinger door Proefneemingen geſtaafd en opgehelderd.

1. Als men de twee Tangetjes opent, begint de Kogel A en die van den Slinger G op het zelfde oogenblik te vallen, en de laatſte gaat een weinig eer door 't Punt B, dan de ander.

2. Als men den Kogel A met deszelfs *Nypertje* in het hoogſte van den Arm *DH* plant, dermaate dat hy zig viermaal zoo hoog bevindt, als de Middellyn AB lang is, en dus de Proefneeming herhaalt; wordt een geheele Slingering kennelyk ſchielyker, of in minder tyd, volbragt, dan de loodregte Val van den Kogel A: 't welk men gewaar wordt, door den Slinger tegen het een of ander klinkend Lighaam, dat men een weinig beneden het uiterſte of verſte ſtip van zyn Slingering plaatſt, ſtooten te laaten.

3. Als men twee Slingers, van de zelfde langte, gelyk G en M, by voorbeeld, laat ſlingeren, en men hen beiden even groote Boogen beſchryven doet, zullen zy, zo ze

VI. LES. 2. AF-DEEL. op 't zelfde oogenblik beginnen te vallen, elkander altyd juiſt in B ontmoeten.

4. Wanneer de Boogen, welke de even lange Slingers beſchryven, ongelyk van grootte zyn, is, na zeker getal van *Slingeringen*, degeen, die den kleinſten afgeloopen heeft, by den anderen merkelyk voor uit.

5. Laatſtelyk; indien de Slingers *van verſchillende langte* zyn, ſchoon zy op een zelfde oogenblik beginnen, maakt de kortſte Slingeringen van minder duuring, dan de ander; en als de een viermaal zoo lang is, heeft hy eens zoo veel tyd noodig tot een volkomen Slingering.

Ophelderingen.

Deeze Proefneemingen, en de middelen daar men zig van bedient om dezelve te doen, zyn, door 't geen we te vooren over den Slinger gezegd hebben, reeds genoegzaam opgehelderd, en de Uitkomſten, waar van de toepaſſing zeer gemakkelyk te maaken is, ſtrekken tot een handtaſtelyk bewys van de Grond-

Grondbeginzels, die wy in de laatſte plaats opperden.

VI. LES. 2. AFDEEL.

De Val langs de Spanlyn duurt langer dan langs den onderſpanden Boog.

De eerſte, by voorbeeld, toont aan, tegen 't denkbeeld van verſcheide Autheuren, dat de Val, langs een kleinen Cirkelboog, minder tyds duurt dan de nederdaaling langs de Spanlyn van dien Boog: want men ziet, dat zy zoo lang niet duurt als langs de middellyn, en wy hebben te vooren beweezen, dat tot een Val langs de middellyn, of langs eenige Spanlyn van dien zelfden Cirkel, net even veel tyds vereiſcht wordt.

De tweede Uitkomſt dient nog meer tot beveſtiging van deeze Stelling, en zy doet zien, dat de eerſte uitwerking geenszins toevallig is of by geval ontſtaat: want, indien de halve Slingering even zo lang duurde als de loodregte Val langs de middellyn, zou het Lighaam, geduurende een geheele Slingering, moeten kunnen vallen van eene hoogte viermaal zoo groot als de langte is van de middellyn: aangezien eene Slingering in twee gelyke tyden geſchiedt en de uitwerking der Zwaartekragt altyd driemaal zo

VI. LES. 2. AFDEEL. groot is in den tweeden tyd als in den eerſten. Egter, wanneer men den Kogel laat vallen van eene viervoudige hoogte dan waar van hy eerſt viel, zoo is het onderſcheid, tuſſchen den tyd van zynen Val en de duuring van eene Slingering, nog grooter en kennelyker. Het is dan van veel belang, in de daadelyke oefening zelfs, den *Val langs* de Spanlyn niet, ten opzigt van de duuring, te verwarren of als gelyktydig aan te merken met de nederdaaling langs een klein Boogje: alzoo deze in merkelyk minder tyds geſchiedt dan de Val langs de middellyn, welke, gelyk men weet, in den zelfden tyd afgeloopen wordt als de Spanlyn.

Wenſchelyk zou het zyn, dat men, door middel van die zelfde Proefneemingen, voor oogen kon brengen de waare Evenredigheid, die 'er is, tuſſchen de duuring van den loodregten Val door de enkele of dubbelde langte van den Slinger, en den tyd van de halve Slingering: maar de Werktuiglyke Geſtellen zyn tot die naauwkeurigheid niet te brengen, en onze Zinnen zouden ze naauwlyks kun-

kunnen nagaan. Ik wil zelfs niet ontvein- zen, dat, in al het gene de beweeging der Lighaamen in 't algemeen betreft, verſchei- de van de Proefneemingen, die men ge- bruikt, minder aan te merken zyn als bewy- zen, welke de Beſpiegeling beveſtigen, dan als Afſchetzingen om ze gemakkelyker te doen begrypen, en welken van weinig nut of aangenaamheid kunnen zyn voor de ge- nen, die in de Wiskonſt genoegzaam erva- ren zyn, om zig eensklaps door de Betoo- ging te laaten overtuigen. VI. LES. 2. AF- DEEL.

Gevolgen.

Niemand is 'er, die niet weet, van hoe groot een belang de Kennis en een juiſte Af- meeting des Tyds zy, niet alleen in 't Bur- gerlyk Leeven om de Pligten der Maatſchap- py te regelen, en alles, wat we doen, in een gevoeglyke orde te verrigten: maar daaren- boven ook in de meeſte Weetenſchappen, inzonderheid in de Starrekunde en in de Na- tuurkunde, waar in 't geenzins zeldzaam gebeurt, dat de juiſte Tyd, dien 't een of an- Nut en Gebruik van den Slinger.

der

VI LES. 2. AFDEEL. der Uitwerkzel en Verſchynzel duurt, de voornaamſte zaak is, daar men in het onderzoek op doelt, en het bekwaamſte middel om van deszelfs oirzaak zig een goed denkbeeld te vormen. De Slinger, *gelyk uit het geen we zoo aanſtonds beweezen hebben genoegzaam blykt*, is een Werktuig, 't welk beter dan eenig ander, dat wy kennen, *in ſtaat* is om oogenblikken en tydperken, *alle nagenoeg even lang*, te meeten en af te tekenen, en ons door den langer of korter duur en door het getal zyner Slingeringen, derzelver hoeveelheid en gantſch beloop te leeren kennen. Zy, die 'er eerſt de ontdekking van deeden, of naderhand gelukkig dezelve op 't gebruik wiſten toe te paſſen, zyn de *grootſte* toejuiching waardig.

Slinger van GALILÆI. GALILÆI hadt zoo dra de Eigenſchappen van den Slinger niet uitgevonden, of hy beſpeurde het voordeel, dat hy 'er uit zou kunnen trekken. Het gebruik, dat hy 'er zelf van maakte, om zyne Proeven en Waarneemingen te regelen, zette dezelve eene netheid by, eene naauwkeurigheid,

zoo juiſt en volkomen, dat hy 'er langs een anderen weg zeer bezwaarlyk toe zou hebben kunnen geraaken, en vergoldt daar door eenigermaate den laſtigen en verdrietigen arbeid, dien hem die Uitvinding mogelyk gekoſt hadde.

VI. LES. 2. AFDEEL.

Naderhand verbeterd

Doch de Slinger kon op die wyze, gelyk hy 'er zig van gewoon was te bedienen, niet dan een Tydperk van weinig belang en duurzaamheid afmeeten; dewyl de weerſtand van de Lugt de Slingeringen hoe langer hoe korter en flaauwer deedt worden, en dezelve eindelyk geheel deedt ophouden en ſtilſtaan, indien 'er niet beſtendig iemand was, die zorg droeg om de beweeging op nieuws weer aan den gang te helpen. Daarenboven moeſt men 'er ook onophoudelyk wel aandagtig op letten, en alle de Slingeringen, één voor één, tellen, om derzelver ſom en gantſch beloop te weeten; en dit gebrek maakte de nieuwe Tydmaat in menigvuldige voorvallen te eenemaal onbruikbaar en nutteloos: zoo dat men den Slinger toen nog ſlegts voor een Philoſophiſch Konſtwerktuig hadt aan te zien,

daar

VI. LES. 2. AFDEEL. daar 't gemeene gros der Menſchen weinig meê wiſt uit te regten; dat altyd, wanneer het beide niet teffens hebben kan, het gemak kieſt boven een ſtipte naauwkeurigheid.

door den Heer HUYGENS. Na een arbeid en bewerking, *die Meetkonſtenaars* alleen verſtaan kunnen, maakte de Heer HUYGENS een gebruik van den Slinger, daar yder, zonder *onderſcheid*, nut en voordeel van trekken kon. *Hy* voegde hem aan de Uurwerken, om derzelver beweeging te beſtieren en te regelen; en deeze ſchrandere vinding heeft zoo groot een opgang gemaakt, en is zoo algemeen aangenomen geworden, dat 'er de groote Huis-Uurwerken den naam van *Slingerwerken* (*Pendules*) door gekreegen hebben.

Denkbeeld van een Slinger-Uurwerk. Om zig een goed denkbeeld te *vormen*, op welk eene wyze de Slinger den loop van een Uurwerk netter en eenpaariger maakt, moet men weeten, dat dergelyke Werktuigen aangedreeven worden door een Veer, of door een Gewigt, 't welk een zeker getal van Raderen in beweeging brengt, door welk middel de Wyzers, de Verdeelingen,

waar

waar in de tyd is afgeperkt, één voor één voorby draaiende, allenskens de gantſche Wyzerplaat rondloopen. Indien deeze beweeging niet door den eenen of anderen *Beteugelaar* gemaatigd en tegengehouden werde, zou het Werk te ras en ſchielyk gaan, en de Wyzer, die de Uuren, by voorbeeld, aanwyſt, nooit langzaam genoeg loopen, om in den tyd van 24 uuren niet meer dan tweemaal de Wyzerplaat rond te draaien. VI. LES. 2. AFDEEL. *Moderateur*

Maar indien deeze Beteugelaar zelf aan ongelykheden onderhevig en niet ten vollen eenpaarig is in zyn loop, 't zy dat hy 'er door 't een of ander gebrek zelf oirzaak van is, 't zy dat hy zig door 't Raderwerk, of door de Veer en 't Gewigt, dat het in beweeging houdt, laat overmeeſteren, zal de beweeging zelve van 't gantſche Werk oneenpaarig en niet meer regelmaatig van loop zyn, en de Wyzer de gelyke Verdeelingen der Wyzerplaat niet in gelyke Tyden afloopen: en daar zullen Uuren zyn, die langer of korter zullen ſchynen, dan ze inderdaad wezen moeſten.

Dee-

VI. LES. 2. AFDEEL. Deezen tot nog toe altyd vry onvolmaakten Beteugelaar heeft men weggenomen, en 'er den Slinger in plaats geſteld, en dat op deeze wyze.

Dewyl alle de Raderen elkanderen onderling vatten, en het één Rad zig niet beweegen kan, nog ſtil ſtaan zonder het ander, zal, zoo dra 'er maar één van die *Raderen* regelmaatig en eenpaarig loopt, de gemeene Beweeging van alle de andere, de ganſche gang van 't Werk, ook eenpaarig en regelmaatig zyn. Nu is 'er een onder dezelve, dat men het Schakelrad of het Strykrad noemt, 't welk niet draaien kan, ten zy een zeker Stuk, dat met twee Lepels of iets dergelyks voorzien is, zig opligt, om eenen der tanden van dat Rad door te laaten. *Indien* 'er, van den doorgang van den eenen tand tot dien van den volgenden, beſtendig altyd juiſt even veel tyds verloopt, en het Rad zelf naauwkeurig genoeg verdeeld zy, begrypt men ligtelyk, dat, en de Beweeging van dit Rad, en die van alle de andere Raderen, daar het gemeenſchap meê heeft, beſtendig al-

altyd de zelfde en volmaakt eenpaarig zal moeten zyn. Aan dit Stuk, nu, dat de tanden van 't Strykrad één voor één doorlaat en doorgaans de *Onruſt* genoemd wordt, heeft men den Slinger aangevoegd, op dat deszelfs Slingeringen, die altyd net even lang duuren, de kleine ongeregeldheden, welke uit het Raderwerk of uit de werking van de Veer of 't Gewigt kunnen voortſpruiten, zouden beteugelen en verbeteren (*).

VI. LES. 2. AFDEEL.

Gebruik van den Cirkeltrek in Slingerwerken.

Wy hebben te vooren aangemerkt, dat de Slingeringen, die langs Boogen van één zelfden Cirkel geſchieden, niet alle volkomen even lang van duur en volmaakt gelyktydig zyn, wanneer die Boogen in langte verſchillen, en de een grooter is dan de ander. Schoon dit verſchil wel inderdaad zeer klein zy, en men hetzelve daarom ook ver-

(*) De Nederduitſche Leezer, die een omſtandiger Denkbeeld begeert van 't Stelzel van zulk een Slingerwerk, of ander dergelyk Zak of Huis-Uurwerk; van de Stukken daar 't uit beſtaat, derzelver verdeelingen en ganſchen loop, kan 'er een breedvoerig en naauwkeurig Berigt van vinden in het *Schouwtoneel der Natuur* XIV Deel, bladz. 169.

VI. LES. 2. Afdeel.

verwaarloozen kan, als men ſlegts een Tydperk van weinig belang onder handen heeft, nogtans zouden, na een groot getal van Slingeringen, die kleine oogenblikjes, by elkanderen gevoegd, eindelyk een aanzienlyke Som beginnen uit te maaken: en dat gebrek, daar ligtelyk een dwaaling uit ontſtaan kon, ontſnapte ook de oplettendheid van den Heer Huygens niet. Hy voorzag wel, dat het Raderwerk met der tyd vuil zou worden, dat de Olie verdikken zou, dat de wryvingen zouden kunnen toeneemen, in één woord, dat de Beweeging van 't ganſche Werk zou kunnen verſlappen, en de Slinger, in 't eerſt geſteld om Slingeringen van zekere grootte en uitgebreidheid te doen, dezelve in vervolg van tyd wel eens korter zou kunnen maaken. Dit gaf hem aanleiding om naar een kromme Slingerlyn te zoeken, waar in 't volſtrekt onverſchillig zou zyn, of de Slinger groote dan kleine Boogen maakte. Het Gevolg van zyn navorſchingen, daar veel Geleerden deel in namen, was zoo gelukkig, als derzelver Voorwerp merkwaardig en van on-

ongemeen belang was voor de Meetkonſte- VI. LES.
naars. Hy vondt uit, dat de *Cirkeltrek* de 2. AFDEEL.
Lyn was, welke die Eigenſchappen bezat, *Cycloïde*
daar hy naar zogt; en ſtelde ze daarom in
plaats van den Cirkel, door in 't *Beweegpunt* *Centre de Mouvement*
van den Slinger een gedeelte van die Kromme
vaſt te maaken, om welke de Draad, daar
de Roede aan hing, zig in zyn Slingering zou
kunnen buigen en dus gedwongen worden
om dergelyk een form aan te neemen; maar,
gelyk wy in *Figuur* 19 hebben doen zien, de PL. 3.
Cirkel en de Cirkeltrek loopen in hun bene- Fig. 19.
denſte gedeelte in één; de Slingeringen ge-
ſchieden, zo ze niet zeer uitgebreid zyn, en
maar kleine boogjes maaken, met geen min-
der naauwkeurigheid in den Cirkel: en dit
is de reden, dat men zedert in 't maaken van
Uurwerken deeze party gekoozen heeft; om
daar door een zekere Buigbaarheid te vermy-
den, welke men noodzaakelyk anders aan het
bovenſte gedeelte der Roede geeven moeſt,
om dezelve het beloop van 't ſtuk van den
Cirkeltrek, dat den aart van haar Bewee-
ging moeſt bepaalen, te doen volgen.

VI. LES. 2. Afdeel.

Gebreken des Slingers door Natuurkundige oirzaaken.

Maar, heeft ons dus de Meetkonſt de middelen aan de hand gegeven, om de Slingeringen, door den aart of door de grootte der Boogen of kromme Lynen, die ze beſchryven, altyd eenpaarig van duur en volmaakt even lang te maaken, men ontmoet dikwils oirzaaken, op de Natuurkunde betrekkelyk, die dezelve ontſtellen, en van haar *Naauwkeurigheid* berooven, door de veranderingen, die ze in de langte van den Slinger te weeg brengen.

Veranderingen in den Slinger door Koude en Warmte.

l'Echappement

Dewyl de Slinger het voornaamſte ſtuk, dat de *Stryking* maakt, en de tanden van het Strykrad doorlaat, beteugelen en ſtieren moet, kan men den Kogel of het plaatje, 't welk de ſlingeringen doet, niet wel *aan een dunnen en buigbaaren Draad ophangen*: men gebruikt 'er algemeen een Staalen roede toe, die omtrent een halve Lyn dik is, en 3 of 4 Lynen breed. Deeze twee afmeetingen, en haar langte inzonderheid, blyven niet altyd beſtendig dezelfde, dan in een Lugt die altyd volmaakt eenpaarig en even gemaatigd is. Van den hoogſten graad der warmte af

tot

tot dien der grootſte koude wordt dergelyk een Slinger op een blykbaare wys langer of korter, naar maate dat zig het Metaal min of meer uitzet of inkrimpt, gelyk wy breeder zullen aantoonen, als wy van de uitwerkzels van 't vuur ſpreeken. De Slingeringen zullen derhalven, om deeze reden alleen, in den Zomer traager en langzaamer zyn dan in den Winter; en één zelfde Uurwerk zal of traager of raſſer loopen naar dat de Jaargetyden of toeſtand der Lugt, daar het zig in bevindt, verſchillen. VI. LES. 2. AFDEEL.

Het vermoeden op dergelyk een Uitwerkzel deedt de Natuurkundigen hun oordeel over de Waarneeming van den Heer RICHER op 't Eiland *Cayenne* opſchorten. Veelen waren 'er, die zig verbeeldden, dat de Vertraaging van den Slinger, die hy aan de vermindering der Zwaarte, door de Middelpuntſchuwende kragt *by den Evenaar*, meer dan in *Vrankryk*, verzwakt zynde, toeſchreef, enkel veroirzaakt werde door de hitte van die Lugtſtreek, welke den Slinger langer gemaakt, of de digtheid der Middelſtof, daar hy in ſlin- Verandering door verſchil van Plaats en Landſtreek.

 ger-

VI. LES. 2. Afdeel.

gerde, verminderd hadt (*). Maar de Proefneemingen, die 'er zedert met veel oplettendheid en toezigt door verſcheiden zeer bekwaame en kundige lieden gedaan *zyn*, en inzonderheid door de Leden der Akademie, die op 's Konings laſt zoo naar den Aspuntskring als naar den Evenaar gereisd waren, om Afmeetingen te doen, waar uit de waare gedaante der Aarde zou mogen opgemaakt worden; al die Proefneemingen, zeg ik, hebben

(*) Dewyl de Warmte, gelyk naderhand ter zyner plaatze gezegd zal worden, alle Lighaamen uitzet, en met den zelfden inhoud en ſtofhoeveelheid een grooter Omtrek doet aanneemen, moet de Lugt op *Cayenne*, om de hitte der Landſtreek, ook minder digtheid hebben, en dunner of ylder *zyn*, *dan* in kouder Geweſten. Deze dunner *Lugt*, *nu*, *zal* minder tegenſtand doen tegen het lighaam van den Slinger, die 'er door bewoogen wordt; dewyl de Middelſtoffen min of meer weerſtand bieden, naar maate van haar minder of meerder Digtheid. Hy zal, derhalven, minder tegenſtand ontmoetende, en dus minder in zyn beweeging vertraagd geworden, breeder uitſlingeren, en grooter of langer Boogen beſchryven; gelyk men, by voorbeeld, ook gebeuren ziet in het Ydel der Lugtpomp, in wiens uitermaate verdunde Lugt een Slinger, geen of weinig tegenſtand ontmoetende, merkelyk langer of groo-

ben ontegenzeggelyk doen zien, dat het niet de gemaatigdheid en lugtsgeſteltenis der Landſtreek, maar wel derzelver Legplaats geweeſt is, die den Heer RICHER genoodzaakt heeft zyn Slinger in te korten: want de geſteltenis van de Lugt en derzelver gemaatigdheid, die men op 't Eiland *Cayenne* ontmoet, verſchilt zoo veel niet van die, waar in we hier te *Parys* leeven, dat ze zoo groot

VI. LES. 2. AFDEEL.

grooter Slagen doet. Schoon nu wel het onderſcheid in den Tyd, dien een Lighaam tot het afloopen van een langer of korter Spanlyn en Boog beſteedt, niet zeer groot of van een merkelyk belang is, 't is egter groot genoeg om met verloop van tyd allenskens een wezentlyk verſchil te geeven, en het getal der Sekonden, met den Slinger geteld, niet gelyk te doen uitkomen met het getal van die, welke 'er middelerwyl inderdaad verloopen waren. Aan zulk eene vertraaging, nu, op die wyze door een min digte of verdunde Lugt veroirzaakt, ſchreeven in 't eerſt zommige Natuurkundigen de Miswyzing van den Slinger toe, en de noodzaakelykheid, waar in de Heer RICHER zig bevondt, om hem $1\frac{1}{4}$ Lyn in te korten, op dat hy, even als te *Parys*, Sekonden zou blyven ſlaan. Maar het onderſcheid der Lugtsgeſteltenis van *Parys* en 't Eiland *Cayenne* is te gering, en de noodige verkorting te groot, dan dat dezelve aan die oirzaak toegeſchreeven zou kunnen worden.

VI. LES. 2. AF. DEEL.

Memoires de l'Academie des Sc. 1735. pag. 203.

groot een verandering van den Slinger vereiſchen zou. Want volgens den Heer DE MAIRAN, wiens doorzigt en naauwkeurigheid genoeg bekend is, moet de *allereenvoudigſte* Slinger, dien men zou *kunnen* maaken, naamelyk, een Metaalen Kogel, van een Duim Middellyns, aan een Aloëdraad (*) hangende, om te *Parys* Sekonden te

(*) Een Aloëdraad, dien de Franſchen *Fil de Pite* noemen, is een zeer fyne Draad uit de bladen van de *Amerikaanſche Aloë* getrokken. Die Draaden zyn dun, ligt, buigbaar, zy kronkelen niet, en worden daarom tot het doen van nette Proefneemingen met den Slinger boven alle andere ſoorten van Draaden ver de bekwaamſte geoordeeld. De Natuurkundigen bedienen zig 'er daarom thans algemeen van, en in de meeſte Proeven *door de Heeren* der Paryſſche Akademie en anderen *over de langte* van den enkelden Slinger in verſcheide Geweſten gedaan, hing men den Bal aan een *Fil de Pite.* Zulk een Aloëdraad, die vier voeten lang is, weegt niet meer dan $\frac{1}{4}$ Grein, en wordt zeer gevoeglyk, door middel van een *Mouche*, aan den Slingerbal gekleefd. De Heer LULOFS, die zig met ongemeene vlyt en naauwkeurigheid beyverd heeft, om de waare langte van den enkelden Slinger, te *Leiden*, te bepaalen, ſloeg dien weg in; gelyk hy zelf daar van en van zyn gantſche handelwys in zoo fyne en netelige Proefneemingen, een omſtandig berigt geeft in

te ſlingeren, een langte hebben van 3 Voeten, 8 Lynen, en $\frac{17}{50}$ gedeelten van een Lyn; te rekenen van het *Slingerpunt* af tot aan 't *Beweegpunt* toe: en uit alle de Proefneemingen, op verſcheide tyden en door verſcheide Perſoonen gedaan, wordt beſtendig altyd dit een en 't zelfde beſluit opgemaakt, dat een dergelyke Slinger meer dan twee Lynen te lang zou zyn (*), om in Landſtree-

VI. LES. 2. AFDEEL. *Centre d'Oscillation* *Centre du Mouvement*

in de Verhandelingen der Maatſchappy te *Haarlem*, III. Deel: werwaards wy den Leezer wyzen.

(*) Eigentlyk: *ſlegts een weinig minder dan twee Lynen.* Volgens de Waarneemingen van den Heer BOUGUER, was de Sekonde-ſlinger te *Quito*, in *Peru*, op 25 minuuten Zuiderbreedte leggende, lang $438\frac{82}{100}$ Lynen; volgens den Heer LA CONDAMINE $438,\frac{84}{100}$: wier Middelgetal $438,\frac{83}{100}$ Lynen met de Maat van den Heer DE MAIRAN, die nagenoeg $440,\frac{17}{100}$ Lynen uitmaakt, een verſchil geeft van $1,\frac{74}{100}$ Lyn: dat is, op een honderdſte gedeelte na, $1\frac{3}{4}$ Lyn. Dóch deeze Waarneemingen zyn gedaan te *Quito*, op de hoogte van 1466 *Franſche halve Roeden* (†) boven de oppervlakte der Zee, 't welk hier merkelyke verandering geeft. Want aan 't Strand be-

(†) *Toiſes*, elk van 6 voet, Franſche maat. De grond zelf, daar de Stad *Quito* op legt, is 1460 zulke *Toiſes* boven het waterpas der Zee verheven.

VI. LES. 2. AFDEEL. 't welk den Slinger ontſtelt, zal geen gebrek meer zyn, indien eenig ander Stuk op den zelfden tyd, en door de zelfde Warmte zig uitzettende, op een regtſtreeks ſtrydige wys 'er tegens aan werke, en in zulk eene evenredigheid, dat de verlanging der Roede haar anders natuurlyke werking niet doe. Verſcheide middelen heeft men ten dien einde uitgedagt, die vry wel geſlaagd hebben. De Heer Julien le Roi, die de bekwaamheden van een uitmuntend Konſtwerker paart met de Kennis der Natuurkunde, en met Ontwerpen, die tot volmaaking der Uurwerken ſtrekken kunnen, heeft 'er één voorgeſlagen en ten uitvoer gebragt, welks goed gebruik door de Ondervinding van verſcheide jaaren bekragtigd is. En nog onlangs ſtelde de Heer Cassini het Ontwerp van een ander middel aan de Akademie voor, dat grootelyks werdt toegejuicht, om dat men 'er zig gemakkelyker dan van de meeſte andere tot nog toe bekende middelen, en met minder omſlag van bedienen kan; terwyl het egter ondertuſſchen geen minder naauwkeurig-

righeid belooft. Maar dewyl beide het Kwaad en het Hulpmiddel, daar wy hier van ſpreeken, hun oirſprong hebben uit Hitte en Koude, en de mindere of meerdere uitzetting van 't Metaal, daar door veroirzaakt, zullen wy, 't geen 'er verder over te zeggen valt, uitſtellen tot de Les, waar in we van 't Vuur, en de Uitwerkzels, die de Warmte of Hitte op de Lighaamen heeft, omſtandiger ſpreeken zullen. VI. LES. 2. AFDEEL.

TWEEDE LID.

DE WERPKUNDE.

Van de Beweeging der Lighaamen, door de Zwaarte en door eene werkzaame en gelykvormige Kragt veroirzaakt.

Deeze Kragt, die wy veronderſtellen dat teffens met de Zwaarte op het Lighaam werkt, noemt men doorgaans *Werpkragt*. Van dien aart is de kragt, welke een Arm doet, die een Steen voortwerpt, of het Buskruid, dat een Bom door de Lugt ſmyt. Werpkragt. *Force Projectile*

Deeze Beweeging, eenmaal door de beweeging, Weerſtand dien de

VI. LES. 2. AFDEEL.

weegende kragt geregeld en 't Lighaam ingedrukt, zou altyd eenpaarig voortgaan en gelykvormig blyven, indien de weerſtand der Middelſtoffen, de Wryvingen en dergelyke beletzels meer, zulks niet verhinderden. Hoewel dit nu in den natuurlyken ſtand der dingen buiten twyffel onvermydelyk is, zullen wy egter in dit *ſtuk al* die beletzels en hinderniſſen ter *zyden ſtellen*, om dat het veel eenvoudiger en gemakkelyker zyn zal te toonen, wat 'er geſchieden zou, zo ze 'er niet waren, dan juiſt net te zeggen, wat 'er gebeurt, nu ze 'er zyn.

Werpkragt die loodregt opwaarts ſtrekt.

PL. 3. *Fig.* 21.

Wanneer een Slag met de Raket, of eenige andere dergelyke Indruk, een Bal loodregt op den Zigteinder naar om hoog *dryft*, deelt hy den Bal een kragt mede, wier beweegſtreek regtdraads ſtrydig tegen die van de Zwaartekragt over ſtaat. De Beweeging, derhalven, die het Lighaam maakt, zal het uitwerkzel zyn van dien Slag of Werpkragt, *min* het uitwerkzel der Zwaartekragt, dat 'er afgetrokken moet worden. Indien de Werpkragt, namelyk, den *Bal* zulk

zulk een ſnelheid heeft bygezet, dat hy 60 voeten in de eerſte Sekonde zou kunnen opklimmen, zal hy, dewyl de Zwaartekragt een Val van 15 voeten in dergelyk een tyd veroirzaakt, geen grooter hoogte in de eerſte Sekonde kunnen bereiken, dan van 45 voeten. Dewyl de Zwaartekragt in de volgende tweede Sekonde driemaal zoo veel werking doet als in de eerſte, zal ze in die tweede Sekonde op de 60 voeten, die de Bal, uit hoofde van de Werpkragt, welke altyd eenpaarig en gelykvormig werkt, klimmen moeſt, een aftrek maaken van 45 voeten. De Bal zal, derhalven, in die tweede Sekonde ſlegts 15 voeten klimmen; waar na hy niet hooger meer komt en met klimmen uitſcheidt; dewyl dan de Zwaartekragt de overhand begint te krygen op de Werpkragt. Deeze, naamelyk, altyd zig zelve gelyk, geeft nooit grooter ſnelheid, dan, gelyk ze gaf van 't begin af aan, van 60 voeten in yder Sekonde; daar de ander, in tegendeel, het Lighaam in de derde Sekonde een ſnelheid byzet van 5 maal 15, dat is, 75 voe-

VI. Les. 2. Afdeel. voeten. En dewyl deeze vermeerderde ſnelheid regtſtreeks tegen die der Werpkragt aanwerkt, zal 'er eindelyk het zelfde gebeuren moeten, als wy voorheen aangetoond hebben*, dat een Lighaam gebeuren zou, 't welk uit kragt der ſnelheden, door zyn verſnelden Val verkreegen, weder opwaarts klom.

* Bl. 24c.

Werpkragt van een waterpas Beweegſtreek. Laaten wy nu de Werpkragt eens een waterpas Beweegſtreek geeven, en, veronderſtellende dat ze altyd eenpaarig en zig zelve gelyk blyft, haar gantſche Uitwerkzel, dat ze doen kan, in vier gelyke deelen onderſcheiden, die even zoo veele gelykvormige oogenblikken of tyden verbeelden zullen. Indien het Lighaam F *in den eerſten tyd*, uit kragt zyner *zwaarte*, *uit* 1 *tot* in *a* daalt; zal de zelfde oirzaak, in den volgenden tweeden tyd, driemaal ſterker werkende, het een langte als van *bc*, driemaal grooter dan 1 *a*, doen vallen; welke langte, by den eerſten Val gevoegd, de Lyn 2 *c* geeft. Wanneer men op de zelfde wyze hier by, of by de Lyn 3 *d*, die even lang is, het uit-

Pl. 5. Fig. 22.

Uitwerkzel van den derden Tyd *de* voegt, en aan de ſom, daar uit ſpruitende, 3*e* of *af*, wederom het Uitwerkzel van den vierden Tyd *fg*, zal men dus een ſtreeks van Stippen krygen, die men malkanderen een ſoort van Kromme lyn zal zien uitmaken, welke de Meetkonſtenaars den naam gegeven van *Parabola* of *Brand*[illegible]. VI. Les. 2. A[illegible] Deel. *Parabola*

Welk eene Bewegſtreek, de loodregte alleen uitgezonderd, men ook aan de Werpkragt geeve, altyd by behoudenis dat zy [illegible] vaſtig en zig zelve gelyk blyve; zal de Beweeging, indien de Zwaartekragt ter zelver tyd op het Lighaam werkt, uit die twee kragten (de Werpkragt en die der Zwaarte) zamengeſteld, volgens deeze Kromme lyn geſchieden, en dat Lighaam een Brand[illegible] beſchryven. Het eenigſte onderſcheid, dat 'er op valt, beſtaat maar in de Verte van den Worp, of Uitgeſtrektheid der Brandlinie, die grooter of kleinder zyn kan, gelyk, by voorbeeld, Hg of Hi. Van eenige andere ſchuinſe Loopſtreek. *Amplitude*

Wanneer men dus eens veronderſtelt, dat het Lighaam M door een Werpkragt regt- De Werpkragt vormt altyd, de

VI. LES. 2. AFDEEL. loodregte uitgezonderd, met de Zwaartekragt een Brandſnede. PL. 5. Fig. 23.

ſtreeks naar het Stip P gedreeven worde, en van die kragt, geduurende een reeks van gelyke agtereenvolgende oogenblikken, het zelfde getal van deelen aftrekt, die de Uitwerkzels, door de Zwaartekragt middelerwyl veroirzaakt, en als de Vierkanten dier oogenblikken in grootte toeneemende, verbeelden zullen; dat is, dat 'er na den tweeden tyd of oogenblik viermaal zoo veel als na het eerſte, op het eind van het derde oogenblik negenmaal zoo veel als op dat van 't eerſte, werdt afgetrokken; dan zullen de uiterſte ſtippen van alle die Lynen, welke die vertraagingen of verminderingen in de Werpkragt door de Zwaarte te weeg gebragt, uitdrukken, de Kromme lyn Mrq uitleveren, dat is te zeggen, twee *halve* Brandſneden, aan die van *Figuur* 22 gelyk, welke boven in het Toppunt *r* zig met elkander vereenigen en in een loopen (*).

Eer

(*) Als men begrypt, dat de Aarde in 24 uuren om haar As draait, zo moet zelfs ook een Lighaam, loodregt in de hoogte geworpen, ſchoon wy 't niet merken, een Brandſnede beſchryven, en wel een Brand-

1 Eer wy tot het ſtaaven deezer Voorſtellen door middel van Proefneeming overgaan, zal het niet ongevoeglyk zyn den Leezer te waarſchuwen, dat hy hier geen Uitwerkzels, die met de Beſchouwing in allen deele en volmaaktelyk overeenſtemmen, verwagten moet. De Meetkonſtenaars drukken de zaak uit zoo als ze wezen moeſt, en kunnen in hunne bepaalingen naauwkeurig gaan, dewyl ze de Grondbeginzels, daar ze het ſtuk meê berekenen moeten, ſlegts te veronderſtellen hebben: maar als 'er de Natuurkunde zig in mengt, valt 'er byna altyd eenige Aftrek op, dewyl men meeſt al of te veel of te weinig veronderſteld heeft. De Werpkragt en de Zwaartekragt kunnen met malkanderen geen Beweeging, die waarlyk een Brandſnede beſchryft, te weeg brengen, dan wanneer ze geen de minſte verandering in haar werkingen ondergaan; wanneer, by voor-

VI. Les. 2. Afdeel. Die egter om den weerſtan der Lugt nimmer een volmaakte is.

Brandſnede, die zeer langwerpig of wyd is naar maate van haar hoogte. Stel eens dat ik een Bal of iets dergelyks loodregt om hoog werp, die 4 ſekonden uitblyft, eer hy weer neêrvalt; dan weet ik

VI. LES. 2. AF-DEEL.

voorbeeld, de eerſte altyd eenparig en in alle oogenblikken beſtendig de zelfde blyft, en de tweede altyd nauwkeurig volgens die Evenredigheid en Voortgang, daar wy van ſpraken, verſneld wordt: doch zulks heeft in den natuurlyken ſtand der dingen nimmer plaats, dewyl de weerſtand van de Lugt en de eene en de andere kragt vertraagt, en dit zelfs onregelmaatig en volgens geen vaſte of nette Evenredigheid.

Nog

ik dat hy een hoogte bereikt heeft van 60 voeten; want 60, gedeeld door 15, geeft 4, wiens vierkant Wortelgetal 2 is; welke 2 Sekonden hy aan 't klimmen, gelyk de 2 andere aan 't daalen beſteedde. Maar in dien tuſſchentyd van 4 Sekonden ben ik reeds, door 't omdraaien der Aarde, met myn Bal en alle andere Voorwerpen, die my omringen, 3500 voeten van de Plaats verwyderd, daar ik my bevond, toen ik hem opwierp. Want zo men op deeze Hoogte van omtrent 52 graaden, één graad der Lengte, of een 360ſte gedeelte van den gantſchen omtrek, eens neemt op 35000 *Franſche Toiſes* of 210000 voeten; zal men, gelyk niet moeielyk valt uit te rekenen, bevinden, dat wy in yder Sekonde Tyds $145\frac{1}{6}$ zulke *Toiſes* of 875 voeten van het Weſten naar het Ooſten bewoogen worden. De Bal beſchryft derhalven, kan men zeggen, door die zamengeſtelde Beweeging een Brandſnede, wiens regtſtandige hoogte 60 voe-

Nog zou 'er over dit Stuk iets aan te merken zyn, en daar op te letten, dat de Beweegſtreek der Zwaartekragt niet evenwydig is aan zig zelve; ik wil zeggen, dat alle de Lynen, loodregt op den Zigteinder ſtaande, door wier uiterſte ſtippen het Lighaam heenloopt, om de Kromme *Eaeg* te beſchryven, niet evenwydig aan elkanderen zyn, dewyl ze alle regtſtreeks eigentlyk op 't Middelpunt der Aarde aanloopen: maar de Werpkragt, welke wy een Lighaam kunnen

VI. Les. 2. Afdeel.

De loopſtreeklynen der Zwaartekragt blyven ook niet evenwydig aan malkanderen.

Pl. 5. *Fig.* 22.

voeten is, en wier wydte of Voetſtuk 3500 voeten bedraagt. Doch dewyl wy en alles wat rondsom ons is met de zelfde ſnelheid bewogen worden, en 'er digt by geen vaſt Punt is, waar aan wy onze beweeging kunnen gewaarworden, ſchynt ons het klimmen en daalen van den Bal, dewyl hy op de hand weer neêrvalt, loodregt te geſchieden. Op de zelfde wyze merkt iemand, die op een Rytuig of in eên Jaagſchuit iets loodregt om hoog werpt, de Brandſnede niet, die door dat Lighaam, dat hy in zynen Val weêr vangt, beſchreeven heeft, terwyl de ſtilſtaande Aanſchouwer de Kromme lyn, die het zelve maakt, duidelyk genoeg onderſcheiden kan. 't Is 'er eveneens meê gelegen als met die voorbeelden, daar de Heer Nollet gewag van maakte, bladz. 47.

VI. Les. 2. Afdeel. nen byzetten, is van zoo weinig belang, en doet het een Veld van zoo gering een uitgeſtrektheid afloopen, dat deeze veranderings-oirzaak geen plaats heeft dan in een ſtrikte Meetkonſtenaars Betooging, en geen uitwerkzel doet, 't welk men zou kunnen merken.

V. Proefneeming.

Toeſtel.

Pl. 5. Fig. 24. In *Figuur* 24 wordt een Bakje, welks langte merkelyk grooter is dan de breedte, afgebeeld. Op een van de langſte zyden draagt het een loodregt opſtaand Vlak, en op een der korte zyden een dikke glaazen Buis, aan welker benedenſte gedeelte een ſoort van Kraan is, door wier Sleutel te draaien men een rigting en ſtand naar welgevallen geeven kan aan het kleine Spuitje A, dat men door het draaien van een ander klein Sleuteltje B opent. De glazen Buis vult men tot een behoorlyke hoogte met Kwikzilver, en de Kraan is op zulk een wyze geboord, dat 'er de

Wry-

Wryvingen zoo klein zyn, als ze eenigzins vallen kunnen. VI. Les. 2. Afdeel.

Uitwerkzels.

1. Als men het Spuitje A loodregt om hoog ſtelt, en dan door 't draaien der Kraan het Kwikzilver doorgang geeft, geſchiedt 'er een kleine ſprong, als van een Fonteintje, volgens die zelfde regtſtandige loopſtreek opwaarts, die tot in C, een weinig beneden de bovenſte oppervlakte van het Kwikzilver, dat in de loodregte Buis is, opgeklommen zynde, op zig zelven weer neêrvalt en zig uitſpreidt, gelyk men de Waterſprongen in de Tuinen ziet doen. Proefneemingen der Werpkragt met Kwikzilver.

2. Als men het Spuitje in een waterpas *ſtand AH* ſtelt, en de Kwik in de Buis op een behoorlyke hoogte is, geſchiedt de ſprong volgens den loop der Brandſnede AED.

3. Als het Spuitje ſchuins geſteld is, gelyk, by voorbeeld, in de Streeklyn AF of AG, beſchryft de ſprong de eene of andere van de Brandſneden AIK, of ALM.

VI Les. 2. Afdeel. Loop van een eenparig-ge Werp-kragt.

Ophelderingen.

Wanneer het Kwikzilver uit het Spuitje ſpringt, wordt het voortgedreeven door een Werpkragt, welke de zwaarte van het gene in de glaazen Buis is, hetzelve byzet, en die kragt kan men als eenpaarig en en zig zelve gelyk blyvende aanmerken, indien de Sprong ſlegts een korten tyd duurt, en de oppervlakte van de Kwik C in de Buis niet merkelyk daalt. Het uitſpuitend Kwikzilver ſpringt opwaarts en blyft zoo lang klimmen tot dat zyn Zwaarte, die het overwinnen moet, de Werpkragt te eenemaal verſpild en vernietigd heeft; en dit Uitwerkzel ziet men gebeuren eer nog de Sprong de hoogte van de oppervlakte C bereikt heeft, om dat de Wryvingen en de weerſtand der Middelſtof de kragt, die de Kwik klimmen doet, een weinig verzwakken.

van een waterpas Werp-kragt.

Wanneer het Kwikzilver volgens een waterpas Streeklyn voortſpringt, zou het zyn ſprong langs de zelfde Lyn vervolgen, indien het met geen andere kragt te doen hadt, dan

met

met die, welke het voorwaarts dryft: maar, zoo dra het uit het Spuitje is, begint ook de Zwaartekragt op hetzelve te werken, en derzelver werking, die, gelyk de oneven getallen, 1, 3, 5, &c., toeneemt, doet ons oogenſchynlyk en met 'er daad zien, hetgeen wy in *Figuur* 22 veronderſtelden. VI. LES. 2. AFDEEL.

Hetzelfde moet men eindelyk ook zeggen van de Lyn, die het Kwikzilver beſchryft, als het volgens de Loopſtreek van AF of AG voortſpringt. Zyn Zwaartekragt laat niet toe, dat het langs die Streeklyn zyn Sprong vervolge. Zy doet 'er hetzelve min of meer van afwyken, overeenkomſtig met de bekende Wetten van de Verſnelling van vallende Lighaamen, en de Lyn, die het beſchryft, is, gelyk men duidelyk zien kan, een Brandſnede, om dat de Sprong zig naby deszelfs einde, daar de weerſtand der Lugt het meeſte vat op hem heeft, beginnende uit te breiden, dikker van ſtraal wordt, en het bovenſte gedeelte van den Sprong, als in I en L, naauwelyks van de Meetkonſtige en van ſchuinze Werp-kragten.

VI. LES. 2. AF-DEEL.

Opheldering.

Loop van een loodregte Werpkragt,

Wanneer het Kwikzilver uit het Spuitje ſpringt, wordt het voortgedreeven door een Werpkragt, welke de zwaarte van het gene in de glaazen Buis is, hetzelve byzet, en die kragt kan men als eenpaarig en en zig zelve gelyk blyvende aanmerken, indien de Sprong ſlegts een korten tyd duurt, en de oppervlakte van de Kwik C in de Buis niet merkelyk daalt. Het uitſpuitend Kwikzilver ſpringt opwaarts en blyft zoo lang klimmen tot dat zyn Zwaarte, die het overwinnen moet, de Werpkragt te eenemaal verſpild en vernietigd heeft; en dit Uitwerkzel ziet men gebeuren eer nog de Sprong de hoogte van de oppervlakte C bereikt heeft, *om dat* de Wryvingen en de weerſtand der Middelſtof de kragt, die de Kwik klimmen doet, een weinig verzwakken.

van een waterpas Werpkragt.

Wanneer het Kwikzilver volgens een waterpas Streeklyn voortſpringt, zou het zyn ſprong langs de zelfde Lyn vervolgen, indien het met geen andere kragt te doen hadt, dan

met

met die, welke het voorwaarts dryft: maar, zoo dra het uit het Spuitje is, begint ook de Zwaartekragt op hetzelve te werken, en deszelver werking, die, gelyk de oneven getallen, 1, 3, 5, &c., toeneemt, doet ons oogenſchynlyk en met 'er daad zien, het geen wy in *Figuur* 20. veronderſtelden. VI. Les. 2. Afdeel.

Hetzelfde moet men eindelyk ook zeggen van de *Lyn*, die het Kwikzilver beſchryft, als het, volgens de Loopſtreek van AF of AG, voortſpringt. Zyn Zwaartekragt laat niet toe, dat het langs die Streeklyn zyn Sprong vervolge. Zy doet 'er hetzelve min of meer van afwyken, overeenkomſtig met de bekende Wetten van de Verſnelling van vallende Lighaamen, en de Lyn, die het beſchryft, is, gelyk men duidelyk zien kan, een Brandſnede; om dat de Sprong zig naby deszelfs einde, daar de weerſtand der Lugt het meeſte vat op hem heeft, beginnende uit te breiden, dikker van ſtraal wordt, en het bovenſte gedeelte van den Sprong, als in I en L, naauwelyks van de Meetkonſtige en van ſchuinze Werpkragten.

VI. LES. 2. AFDEEL.

derhalven, op een bepaalde hoogte geſteld, zal de Bom zoo veel te verder werpen, naar maa-

of Praktyk, nader te onderzoeken: het werpen, by voorbeeld, van Bommen en andere zwaare *Lighaamen*; de Loopſtreek, die men 'er aan geeven moet, de verte van den Worp, de hoogte die het Lighaam bereikt, en den Tyd, dien het beſteeden zal; de kragt en werking, die het doen zal als het nedervalt, en dergelyke Voorſtellen *meer*: kan 'er een omſtandig Berigt van vinden in MUSSCHENBROEKS Natuurkunde, Hoofdſtuk XIII. LULOFS vertaalden KEIL, Les XVI. BELIDOR en anderen. Ik zal hier alleen kortelyk van de byzonderheden en Voorſtellen, daar doorgaans breeder betoogd, gewag maaken.

Een Beweegſtreek, die een halven Regten Hoek maakt met den Gezigteinder, of van 45 graaden, gelyk men 't noemt, maakt den verſten Werp. Een Mortier, derhalven, dus geſteld, zal met de zelfde Laading een Bom het allerverſt werpen.

Het zelfde getal van graaden, 't zy onder, 't zy boven de 45, geeft een Werp van *de zelfde* verte. Een *Werphoek*, by voorbeeld, van 35 of van 55 graaden doet een Lighaam wel een laager of hooger vlugt neemen, maar brengt het even ver. 't Zy men een Mortier op 30 of op 60 graaden boven het Waterpas ſtelle, de Bom valt, met de zelfde Laading, op de zelfde plaats. Het eerſte, waar by de Bom, minder tyds beſteedende, minder waarſchuwt, gebruikt men doorgaans om Menſchen; het laatſte, daar de grooter hoogte een zwaarder Val maakt, om Gebouwen, Magazynen, &c. te beſchadigen.

Uit een voorbeeld van een Werp met een Lig-

haam

maate dat de Werpkragt dezelve te grooter ſnelheid heeft bygezet; maar deeze Werpkragt VI. LES. 2. AFDEEL.

haam of een Bom van een gegeven Zwaarte, met een gegeven kragt of Laading, en met een gegeven Werphoek gedaan, kan men alle andere Werpen, derzelver noodige kragt of Laading, Werphoeken en Verte, afleiden.

De Verten, naamelyk, van verſchillende Werpen, met de zelfde kragt gedaan, zyn tot malkander als de *Hoekmaaten* van hun dubbeld of tweemaal genomen Werphoeken. In 't werpen van Bommen houdt men zig veiligſt aan de zelfde Laading, daar men eens de proef van genomen heeft, en welker kragt men kent; dewyl 't nog niet beſliſt is, in welk eene evenredigheid een meerder of minder maate van 't zelfde Buskruid het Lighaam een meerder of minder maate van kragt byzet, en de Uitwerkzels althans niet naar 't getal der Ponden aangroeien: want 2 Ponden Kruid, by voorbeeld, doen meer dan een dubbelde kragt van 1 Pond; maar men zoekt de vereiſchte Verte van den Werp, door 't vergrooten of verkleinen van den Werphoek, en ſtelt het Mortier zoo veel hooger of laager.

De hoogte, tot welke het Lighaam in zyn Werp geklommen is, weet men niet alleen uit den tyd, dien het 'er toe beſteed heeft, en dien men (want het Lighaam klom en daalde) half neemende, ſlegts heeft te vierkanten, (om dat de Hoogten zyn als de Vierkanten der Tyden) en met 15 te vermenigvuldigen; maar ook door Driehoeksmeeting uit de langte der Hoekmaat van den Werphoek op het vierde deel der Verte regthoekig opgeregt, of uit de

halve

VI. LES. 2. AFDEEL.

kragt wordt hier door 't ontſtoken Buskruid veroirzaakt, en het valt zeer bezwaarlyk om de juiſte waardy en kragtgraad van deszelfs Indruk met eenige naauwkeurigheid te bepaalen. Zulks hangt inzonderheid af, en van

Sous-Tangente

halve langte van de *Onder-Raaklyn* der beſchreeven Brandſnede. De hoogten van verſcheide *Werpen*, met de zelfde kragt gedaan, *ſtaan tot malkander* als de Hoekmaaten hunner Werphoeken. Men kieſt eên hooger of laager Werp naar 't oogmerk, dat men 'er meê bedoelt, gelyk reeds gezegd is.

Den Tyd, dien 't Lighaam aan den Werp beſteeden zal, kent men uit deszelfs hoogte, welker vierkante Wortel hy is, en dubbeld genomen wordt, een voor 't klimmen, en eens voor 't vallen. In 't Bomwerpen komt zulks te pas, om daar uit te berekenen, hoe lang de Pyp, die op de Bom gezet wordt, en uitgebrand zynde dezelve aanſteekt, moet genomen worden, op dat ze niet eerder *ſpringe* dan ze gevallen is, en dan ook *aanſtonds in ſtukken ſla*, op dat de Vyand geen tyd hebbe om haar te dempen, of zig agter *Traverſen*, door neêrvallen en anderzins, te bergen.

De Kragt en Werking, die het Lighaam met zyn Val doen zal, kan men afleiden uit de hoogte, tot welke het Lighaam ſteeg in den Werp. Derzelver vierkante Wortel, weet men, geeft de ſnelheid, die het Lighaam heeft op 't eind van zyn Val. Deeze vermenigvuldigt men met den Inhoud of Zwaarte van het Lighaam; of, indien men de Vierkanten der

van de hoedanigheid van 't Buskruid, en van de hoeveelheid, niet van 't geen men tot de Lading gebruikt, maar van 't geen waarlyk in brand vliegt: want men moet niet denken, dat by zulke zwaare Ladingen alles, VI. Les. 2. Afdeel.

eer

der Snelheden voor de Maat der Kragten kieſt, vermenigvuldigt men die Zwaarte met de geheele Hoogte.

Eindelyk, gelyk men den gantſchen Weg, de gantſche Kromme lyn, die het Lighaam beſchryven zal, en de Hoogte, Tyd, Snelheid en Kragt, die het in yder van derzelver Stippen heeft, berekenen kan, zoo weet men ook met welken hoek en ſchuinsheid het Lighaam een zeker Voorwerp, dat waterpas, loodregt of ſchuins ſtaat; een Plat, by voorbeeld, Muur of Dak, treffen zal. Dit kan dienen, om, weetende met welke ſchuinsheid en bygevolg met welke kragt het Lighaam tegen dat Voorwerp ſtuiten zal, daar uit op te maaken welk eene Beweegſtreek en Werphoek men het Lighaam geeven moet, om hetzelve loodregt, dat is, met de grootſte kragt, te treffen.

Maar de Leezer zy gewaarſchuwd, dat dit alles wel Wiskonſtig, doch niet Natuurkundig waar is, en 'er zomtyds wel eens een *ten naaſten by* op loopt. De weerſtand der Lugt doet zelfs de Kromme lyn, die de geworpen Lighaamen beſchryven, eenigermaate van aart veranderen, en ruim zoo veel, min of meer, naar een *waſſende Kegelſnee*, dan naar een Brandſnede gelyken. *Hyperbola*

VI. LES. 1. AFDEEL.

eer de Bom uit het Mortier is; met 'er daad ontſteekt; dewyl de Ondervinding heeft doen zien, dat 'er in die gevallen een groot deel van 't Buskruid nutteloos geſpild wordt, zonder eenige werking te doen. Een der voornaamſte en noodzaakelykſte Stukken, derhalven, en 't welk men vooral weeten moeſt, om van de Beweeging eener *Bom* wel te kunnen oordeelen, is, gelyk hier uit blykt, aan vry wat verandering en onzekerheid onderhevig*. Schoon men derhalven ook van de *Officiers* der *Artillery* met reden eiſcht, dat zy de Grondbeginzelen kennen; heeft men egter ondertuſſchen nog meer reden, om van hen te eiſchen, dat ze zig in de Krygsſchoolen, ten dien einde opgerigt, wel geoeffend hebben (*).

* *Memoires de l'Academ. des Sc.* 1716. pag. 79.

BY-

(*) Hier uit kan men de Ongegrondheid ligtelyk opmaaken van het zeggen, dat een kundig Bomſchieter zyn Bom op de plaats, daar hy ze hebben wil, zoo net zal brengen, als of hy ze 'er met de hand neêrzette; dat hy ze op den kop van den Haan, die op een Toren ſtaat, werpen zal. Hy zal ze 'er buiten twyffel wel daar of daar omtrent brengen, maar Officiers van ervarenheid weeten wel, dat de Be-

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

THE N[illegible]
PUB[illegible]
[illegible]

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

THE
PUBL
AND

OÈGZEL.

e Voorbeelden van Zamenge-
teging Het Wrikken. De
ren. Het zeilen en laveeren
oepen. Het omgaan der
- en Water-Molens, enz.

ryſt den Leerlingen en een groot
der Leezers, dien 't aan luſt
tbreeken zou om zig in verhe-
egelingen in te laaten, het On-
r Natuur kragtiger aan, dan dat
daad het nut en 't gebruik zien,
lie Kennis hun dienen kan. Een
ade, die zig wel vernederen wil
neenzaamſte Uitwerkzels en Ver-
n, die men overal ontmoet, te
n, voldoet den meeſt algemeenen
ſmaak,

ng, hoe net ook op 't Papier afgepaſt en
le, in de *Praktyk* egter door verſcheiden
mende oirzaaken te veel afſlag lydt, dan
zoo volmaakt meê zou overeenſtemmen.
BELIDOR, dien men in dit Stuk zekerlyk
ven mag, is ook, hoe zeer hy op de Ken-
gronden van de Werpkunde met regt aan-
an deeze gedagten Hy ſtemt toe, dat 'er

 by

I. BYVOEGZEL.

ſmaak, en wekt den yver op tot verder navorſching. De Heer NOLLET hieldt zulks in zyne Leſſen beſtendig in 't oog. Ik zal de vryheid neemen om het voorbeeld van mynen Schryver eenigermaate na te volgen.

Dewyl de Kennis der Zamengeſtelde Beweeging van een wyduitgeſtrekte nuttigheid is in de Natuurkunde, en ons een *duidelyk* en bevatbaar denkbeeld kan leeren vormen van verſcheide Uitwerkzels, die we dagelyks zien, zal ik eenigen van derzelver gemeen-

by 't laaden van een Mortier zoo veele dingen t'zamenloopen, die de Regels van de Konſt en al de omzigtigheid van den handigſten Bomwerper kunnen te leur ſtellen, dat het roekeloosheid zou ſchynen, zig zoo groot een *naauwkeurigheid* te *laaten* voorſtaan. De gebreken nogtans door de ongelykheid der Korrels van het Buskruid, *zoo ten opzigt* van derzelver grootte, als van hun ſtoffe, door de min of meer aangeſtampte Aarde &c., daar men de Laading meê aanzet, door de ongelyke zwaarte en gebrekkelyke form der Bommen zelf, en door de gedurige verandering, op yder Schoot, van den grond, daar 't Mortier op ſtaat, meent hy dat door genoegzaame oplettendheid verholpen en voorgekomen zoude kunnen worden, en dat dus een grondige kennis van de Regelen der Konſt, met ervarenheid en

meenzaamſte Voorbeelden kortelyk ophelderen. *I. Byvoegzel.*

De Heer NOLLET maakte Bladzyde 32 gewag van het *voorwaarts ſpringen van een Billardbal*, buiten het Vlak van zyn grootſten of Midden-Cirkel, die loodregt op de Tafel ſtaat, met den kant van de hand geſlagen: gelyk ook van 't welbekende ſchieten met Karſſenſteenen, en dergelyke. De aart dier Werking en de Zamengeſtelde Beweeging, welke die Lighaamen voorwaarts dryft, is ligtelyk te zien uit PL. 6, *Fig.* 1. Laat BCH

Aart en Werking der Zamengeſtelde Beweeging opgehelderd.

PL. 6. Fig. 1.

en een verſtandige behandeling gepaard, het Stuk tot vry na aan de volmaaktheid brengen zou. De Ondervinding althans, zegt hy, heeft my doen zien, dat, indien men er al zyn vlyt aan wil te koſt leggen, het zeer wel mogelyk is, om een menigte van Bommen altyd *ten naaſten by* op de zelfde plaats te werpen. *Nouveau Cours de Mathématique*, pag. 398. Van de Krygs- of *Artillery*-Schoolen, op verſcheide plaatzen in Vrankryk door LODEWYK den XVe opgerigt, in welke de jonge *Officiers* in de Kennis der Gronden van deeze Weetenſchap, en teffens in derzelver daadelyke Beoeffening onderweezen worden, geeft de zelfde Heer een Berigt voor het ſtraksgemelde Werk.

I. BEVOEGZEL. BCH zulk een Steen zyn, die door twee Kragten AB en AC, Duim en Vinger, by voorbeeld, in B en in C gedrukt wordt. De Beweegſtreeken, welke die Drukkingen het Lighaam tragten te doen aanneemen, zyn BDF en CDE, die, loodregt op de kragten ſtaande, bygevolg derzelver Neigingen uitdrukken. De Steen, dus door de eene kragt naar F en door de andere naar E gedreeven, loopt door die Zamengeſtelde Beweeging voorwaarts, volgens de Lyn DG,
Diagonale die de *Hoeklyn* is van 't Raam, waar van DF en DE de eerſte of oirſpronkelyke zyden verbeelden. Op de zelfde wyze gaat het met het voorwaarts ſpringen van den Billardbal; gelyk men gemakkelyk zal kunnen begrypen, als men CA voor de waterpas ſtaande Tafel neemt, wier werking loodregt opwaarts volgens CDE geſchiedt, en B voor het Stip, dat men met de hand treft. Het Vlak, waar van men dat Stip als het Middelpunt kan aanmerken, ſtaat altyd loodregt op de halve Middellyn BD van den Bal, welke Lyn derhalven ook altyd de nei-

neiging en loopſtreek uitdrukt van de kragt; die op dat Vlak in 't Stip B geſchiedt. Dat men ſchuins of loodregt op B ſlaa, mag den Bal met meerder of minder kragt voorwaarts doen ſpringen, maar B F maakt altyd in D een Hoek met C E, en bygevolg een Zamengeſtelde Beweeging, die den Bal de Hoeklyn van 't Raam op D F en D E doet beſchryven. Doch indien de Drukking of Slag in *a* en *b* volgens *a* D en *b* D geſchiedde, ziet men dat die twee kragten, regtdraads met haar Beweegſtreeken tegen elkander ſtaande, en geen Hoek maakende, malkander zullen vernietigen, en het Lighaam, als tuſſchen twee gelyke kragten in evenwigt gehouden, ſtil doen blyven en zonder beweeging. I. BYVOEGZEL.

Wanneer men een Vles, een Glas, een Theeſchoteltje of eenig ander rond en glad Lighaam niet wel gevat heeft, ontglipt het ligtelyk. *Wel vatten* is, hetzelve op zyn Middellyn, in *a* en in *b*, te vatten. Drukt men 't, gelyk den Karſſenſteen, in eenig ander Stip, in B en C, by voorbeeld, men Voorbeelden.

 geeft

I. BYVOEGZEL. geeft het door die Drukking een Zamengeſtelde Beweeging, die het, gelyk de Karsſenſteen, langs de Hoeklyn doet ontglippen.

Op de zelfde wyze en om de zelfde reden glipt ook een rond of ſchuins afloopend Lighaam, dat men in een Tang, Klemhaak, Nyptang, &c. gevat heeft, dikwils af, en hoe gladder die Lighaamen en Werktuigen zyn, hoe ze ligter, als men ze niet op hun middellyn of grootſte dikte gevat heeft, los ſchieten. De ruwheid der Oppervlakten vermeerdert de Wryving, die veeltyds groot genoeg is, om de werking der Zamengeſtelde Beweegingskragten geheel te vernietigen, en 't Lighaam, zoo als het geklemd is, pal te doen ſtaan blyven.

Het Wrikken met een Jol of Boot. De Zamengeſtelde Beweeging, daar de Heer NOLLET, Bladzyde 26, van ſpreekt, ſchynt niet kwalyk te gelyken naar die zoort van werking, die by onze Zeelieden veelal in zwang gaat, en in Scheepstaal *Wrikken* genoemd wordt. Het is egter te denken, dat onze Matroozen die Kunſt tot een mer-

kelyk

kelyk grooter volmaaktheid zullen gebragt hebben, dan de Hooi-ſchippers op de *Seine*; dewyl zy 'er zig niet ſlegts met een Voorſtroom, maar ook in ſtilſtaande Waters en zelfs tegen Stroom en Wind, van weeten te bedienen. Een Matroos legt een gemeenen Riem, van die zoort daar men meê roeit, op het Agterſteven van zyn Jol of Sloep, dien hy 'er zomtyds met een Lits of iets dergelyks aan vaſt maakt, zomtyds enkel in een daartoe gemaakte Sleuf houdt: hy vat het ronde of bovenend van den Riem tuſſchen beide zyne handen, en doet 'er regts en ſlinks eenige korte en ſchielyke Slagen meê; eveneens gelyk de Viſſchen, als ze voorwaarts willen zwemmen, het Water met haar Staart ſlaan: 't Water, door 't plat van den Riem van weêrskanten met zoo groot een gezwindheid geſlagen, en zoo ſchielyk niet kunnende wyken, biedt den Riem wederſtand, en verſtrekt dus denzelven tot een *Draag-* of *Steunpunt*, waar door een Zamengeſtelde Beweeging in de Jol veroirzaakt wordt, die volgens de Hoeklyn tuſſchen de

I. BYVOEGZEL.

Point d'appui

I. BY-VOEG-ZEL.

twee Beweegſtreeken, welke de weerſtand van 't Water regts en ſlinks gaf, voorwaarts gaat. Hier komt by, dat hy in 't gins en herwaarts ſlaan van den Riem denzelven tusſchen zyne handen draait, en daar door het plat een zoort van Boog in 't Water doet beſchryven. Dus werkt hetzelve niet alleen ſlaande, maar ook gedeeltelyk als ſcheppende, en maakt de beweegſtreeken der weêrſtandbiedende kragt van 't Water, die anders meeſt zylings liepen, ſchuinzer en meer voorwaarts loopende. Op die wyze eens aan den gang gebragt, wordt het Vaartuig ligtelyk daar in gehouden en verſneld; en wanneer 'er dan langer en langzaamer Slagen gedaan worden, kan men den aart dier Zamengeſtelde Beweeging, en de Streeklynen, die 'er door veroirzaakt worden, zelfs op 't oog onderſcheiden. De kop van de Jol draait zig dan min of meer regts en ſlinks, en gaat met eene ſlangswys loopende beweeging voort. Die Boogjes en Dwarslyntjes zyn anders, om de korte en ſchielyke Slagen, te klein om zigtbaar te zyn, en de

Be-

Beweeging ſchynt volgens een Regte lyn te geſchiedeu. I. BYVOEGZEL.

Eer ik tot andere Voorbeelden van *Zamengeſtelde Beweeging* overga, zal het niet ondienſtig zyn, dat ik vooraf kortelyk iets zegge van den aart en werking der ſchuinze Beweegkragten, en derzelver *Ontbinding*. Ontbinding der ſchuinze Beweegkragten. Wanneer een Lighaam, Water, Wind, of eenig ander vermogen, ſchuins, volgens de Lyn CD, by voorbeeld, tegen een ander Lighaam AB ſtoot en aanbotſt, kan men deszelfs Werking ontbinden, en dezelve als een Hoeklyn, gelyk in de Zamengeſtelde Beweeging, door twee kragten veroirzaakt, aanmerkende, verdeelen in twee Werkingen; van welke de eene geſchiedt volgens ED, en de andere volgens CE. Deeze laatſte, dewyl zy evenwydig aan de oppervlakte van het Lighaam AB is, werkt op dat Lighaam niet; ſchuift 'er, om zoo te ſpreeken, onaangeroerd langs heen, en doet niets anders, dan dat zy de botzende kragt, uit C komende, in plaats van op de Stip A, op de Stip D doet val- *Fig. 2.*

 len.

I. BY-VOEGZEL. len. Maar ED, die loodregt op het Lighaam ſtaat, werkt 'er met haar volle kragt op, en dryft het, zo 't beweegbaar is, voort naar *x*. De kragt, derhalven, die door de ſchuinze ſtooting op het Lighaam *AB* geſchiedt, moet niet gerekend worden naar de waardy van de Lyn CD, (die, gelyk in de Zamengeſtelde Beweeging, de vermogens en beweegſtreeken van de twee *Kragten* CE en CA of ED uitdrukt), maar naar de Loodlyn ED: en de Beweeging, welke het Lighaam door dien ſtoot aanneemt, geſchiedt volgens de Loopſtreek D*x*.

Fig. 3. Maar indien het Lighaam AB, door 't een of ander Beletzel geſtuit, verhinderd werde de Lyn D*x* te volgen en gedwongen om zig volgens de Streek D*y* te beweegen, zou men, om de kragt te weeten, waar meê het in die nieuwe leiding zou voortgaan, de loodregte werking ED nog eens ontbinden moeten. Indien *zz* en *zz* by voorbeeld, twee Regelmaaten waren, die, ſchuins geplaatſt, het Lighaam beletteden volgens D*x* te wyken; maar 't zelve vryheid lieten om

ſchuins,

ſchuins, volgens haar eigen beloop, voort te ſchuiven en de Lyn D *y* te beſchryven; zou men niet op de volle kragt E D moeten ſtaat maaken, maar alleen op G D. Want dewyl de gegeeven Beweegſtreek, die het Lighaam AB nu alleen kan en moet volgen, langs D *y* geſchiedt, is E D niet langer een loodregte maar een ſchuinswerkende kragt. Men moet ze derhalven wederom *ontbinden*, en kan haar begrypen als zamengeſteld uit E G of F D en uit G D. De kragt, die volgens E G of F D werken zou; loodregt op G *y*, dat is, dewyl de Lynen Evenwydig zyn, op het Beletzel *z z*, ſtaande; wordt door deszelfs Tegenwerking vernietigd, en doet niets ter zaak, dewyl het Lighaam volgens die ſtreek niet wyken kan, maar overal door de Lyn *z z* geſtuit wordt. De kragt G D is derhalven de eenigſte die op het Lighaam werkt, en hetzelve naar de maate van haar vermogen, door de langte dier Lyn verbeeld, volgens de Beweegſtreek D *y* voortdryft. Uit deeze Beginzelen zal 't niet moeielyk vallen zig een Denkbeeld te vormen van de werking, I. BY-VOEGZEL.

die

I. BYVOEGZEL.

De Gierbrug.

die in verſcheiden gemeenzaame voorbeelden van zamengeſtelde Beweeging plaats heeft.

Een der Middelen, daar men zig van bedient om op een gemakkelyke en vry ſpoedige wys breede en ſnel loopende Rivieren te *paſſeeren*, is de GIERBRUG. Men heeft 'er een op de Waal te *Nymegen*, en op andere plaatzen in den Ryn. Een Gierbrug is zamengeſteld uit twee zwaare Schuiten, op den afſtand van 12 Voeten, meer of min, aan elkanderen gekoppeld, en met Planken als tot een vaſte en effen vlakte gevloerd. In yder dier Schuiten ſtaat een Maſt, die boven aan met een yzeren Stang of houten Rib aan malkaar verbonden zyn, waar over de reep loopt van de Ketting, op welke de Brug *giert*, en die, hooger op met Ankers in 't midden der Rivier wel vaſt gemaakt, door eenige min of meer meêgierende Schuitjes wordt opgehouden. De langte dier Ketting en het getal der Schuitjes, waar op derzelver Bogt ruſt, is grooter of kleinder naar maate dat de Rivier, ter plaatze daar men zulk een Brug gebruikt, breeder is of ſmalder.

der. Die Ketting derhalven kan men aanmerken als de halve Middellyn, wier een eind, in 't midden der Rivier vaſt en onbeweeglyk blyvende, het Punt is, om welk de Brug in 't overgieren een Cirkelboog beſchryft. Door middel van twee breede Roers wordt de Brug ſchuins tegen den loop des Strooms gehouden, die derhalven ſchuins tegen die zyden der Schuiten, welke naar den Stroom gekeerd ſtaan, aanſtuitende, de Brug voortſtoot. Die kragt kan vermeerderd of verminderd worden door middel van een Val- of Schotdeur, die het water den vryen loop tuſſchen de twee Schuiten door, en dus de vrye werking op eene der beide Schuiten, toelaaten of verhinderen kan. AB zy een Gierbrug, die van den Wal afſteekt, en ſchuins tegen den Stroom gekeerd legt; BD het Giertouw of de Ketting, waar aan de Brug vaſt is, en op overzwaait: *x*B de loop van den ſtroom, die tegen de Brug aanſtuit. Dewyl de werking van den Stroom *x*B niet loodregt maar ſchuins op AB valt, kan men om de kragt en beweegſtreek te vinden, die

I. BYVORGZEL.

Fig. 4.

zy

I. BY-VOEG-ZEL.

zy aan dat Lighaam geeven zal, dezelve even gelyk in 't eerſte geval, daar we zoo aanſtonds van ſpraken, ontbinden: want als men de Lyn CA loodregt op AB vallen laat, vormt zig van zelf het Raam ABEC, welks Hoeklyn CB is, en de kragt, welke die Lyn uitdrukt, wordt verdeeld vertoond in twee werkingen, naamelyk, de zyden CE en CA. CE evenwydig met AB loopende, werkt 'er niet op, en de ganſche kragt, die de Stroom op de Brug doet, wordt verbeeld door de Lyn CA. Deeze zou haar volgens de beweegſtreek CA agterwaarts doen wyken, maar DB houdt haar tegen, en belet haar naar dien kant agter uit te deinzen; even gelyk in het tweede voorheen gemelde geval geſchiedde. Wanneer men derhalven EA wederom ontbindt, en door het opregten van Loodlynen op de ſtreek, volgens welke het Beletzel werkt, als *a*A, *bd*, het Raam A*a* *bd* vormt, vindt men de kragt van CA of van deszelfs gedeelte *b*A ('t welk op één uitkomt, dewyl alle Lynen in dezelfde Evenredigheid toe en afneemen) verdeeld in twee

Wer-

Werkingen, waar van de eene geſchiedt volgens *ba*, en de andere volgens *bd* of *a*A: *ba*, wier Werking regtdraads ſtrydig is met die van de belettende Kragt DB, wordt door dezelve t'eenemaal vernietigd: *a*A blyft 'er derhalven alleen en wyſt de Beweegſtreek aan, welke de Stroom de Brug doet aanneemen, en teffens de kragt of ſnelheid, waar mee hy ze in die ſtreek voortſtoot. En dewyl deeze Beweegſtreek *a*A, loodregt op DB ſtaande, de *Raaklyn* is van een Cirkel, wiens halve Middellyn D*a* zou zyn, beſchryft de Brug, in die Raaklyn onophoudelyk voortgeſtooten, volgens den aart der Middelpuntskragten, den Boog *zz*. I. Byvoegzel. *Tangens*

Op de zelfde wyze kan men ook begrypen, dat de Brug het midden der Rivier doorgedreeven, en den anderen Wal naderende, *tegen den Stroom opgiert*. Brug, Loop des Strooms, en Giertouw bevinden zig nu in den ſtand, gelyk in *Figuur* 5 vertoond wordt. Door middel van het Raam ABEC wordt de werking van de Hoeklyn CB, een ge- *Fig.* 5.

I. BYVOEGZEL.

gedeelte van *x* B, die den Loop des Strooms verbeeldt, ontbonden in CE, *die* evenwydig met de Brug, en in CA, die 'er loodregt op werkt. Deeze CA, wederom, of *b* A, is de Hoeklyn van het Raam A*abd*, en kan aangemerkt worden als uit twee kragten zamengeſteld, die volgens *ba* en *a*A werken. De Kragt *ba* wordt door de regtſtreeks ſtrydige Werking van het Giertouw volgens B D vernietigd; en de overblyvende Kragt *a*A is de Raaklyn, als voorheen, van den Boog *zz*, welken de Brug al voortzwaaiende doorloopt.

Aanmerkingen op derzelver Beweeging.

Als men op het Raam A*abd* in *Figuur* 4 en 5 agt geeft, ziet men ligtelyk, dat 'er een merkelyk Verſchil is in de Evenredigheid, welke de Lynen of Zyden in 't een en 't ander Raam tot malkanderen hebben. In *Figuur* 5 is A*a* in vergelyking van *b a* veel kleinder dan de zelfde Lynen in vergelyking van elkander zyn in *Figuur* 4. En dewyl door die Lynen *a* A de Kragt des Strooms verbeeld wordt, waar door AB volgens die ſtreek wordt voortgeſtooten, zal dezelve der-

derhalven in 't eene geval vry ſterker Werking doen dan in 't ander. Dus ziet men ook dat de Brug, in 't afvaaren naar het midden der Rivier, ſnelder voortſchiet; daar ze naar de andere zyde, tegen den Stroom opwaarts, bezwaarlyker voortkruipt. Een ſterke tegenwind, die regtſtreeks inzonderheid tegen *a* A aanwaait, kan derzelver kragt zomtyds zoo zeer verzwakken, dat hy 't Landen moeielyk maakt. I. BYVOEGZEL.

Een ſlappe Stroom maakt ook den voortgang traager. Hoe men de Lyn CB, die hier de volle kragt der Rivier verbeeldt, kleinder of korter neemt, hoe de Loodlyn C A ook nader aan het Punt B vallen zal. De tweede Loodlyn *a* A, de maat der Werking die de Brug voortdryft, zal derhalven ook naar Evenredigheid kleinder worden, en minder ſnelheids kunnen byzetten. Op de breedſte plaatzen van een Rivier, daar men doorgaans of alleen in 't midden, of aan den oever, meer Strooms heeft dan aan de andere zyde, is daarom de voortgang niet eenpaarig, maar hier of daar gebrekkelyk. De Brug

I. Byvoegzel. giert niet beter, dan wanneer men over de ganſche breedte der Rivier even ſterken Stroom heeft.

Yder Schip, dat in een Stroomend water ten Anker legt, vertoont een zoort van Gierbrug. Als men het, door middel van het Roer, ſchuins met de zyde tegen den Stroom gekeerd houdt, dryft het min of meer, naar de langte van het Ankertouw, langs een *Boog* tegen den Stroom op, voorwaarts.

De Vlieger. Het bekende Kinderſpel, de *Vlieger*, is genoegzaam in 't zelfde geval als de Gierbrug in *Figuur* 5. Op dezelfde wys en om dezelfde reden klimt hy naar boven in de Lugt, als de Brug tegen den Stroom op naar den oever zwaait. Men heeft ſlegts AB voor den Vlieger te neemen, DB voor het Touw, *a* B voor den Wind, die 'er ſchuins tegen aan ſtuit, en, hem volgens de Raaklyn *a* A voortſtootende, langs den Boog *x x* doet opklimmen.

De Gierſchouw. Op ſmalle Rivieren, in welke egter een tamelyk ſterke Stroom gaat, bedient men zig zomtyds van een ander zoort van Gierbrug.

Zy

Zy beſtaat ſlegts in een gemeene Schouw of Pont. Een Touw, dwars over de Rivier geſpannen, loopt op een Schyf, die met haar Blok of Stander, daar ze op ſtaat, in 't voorend der Schouw wordt vaſtgezet. Het agterend van dezelve maakt men met een reep van 8 of 10 Voeten lang, en bygevolg ook op zulk een afſtand, vaſt aan een holle houten Bos, die over het Spantouw loopt, en de Schouw in haar beweeging volgende, langs hetzelve voortſchuift. De Schouw legt dus met haar zyde ſchuins tegen den loop des Strooms, die haar vry ſpoedig langs een byna regte Lyn naar de andere Oever doet voortgaan; zonder dat 'er de Schouwknegt iets meer aan te doen heeft, dan dat hy mogelyk by tegenwind, of op een plaats daar weinig of geen Stroom gaat, haar beweeging wat te hulp kome. Men ontmoet onder anderen dergelyk een GIERSCHOUW op den Yſſel by het dorp *Weſtervoord*, niet ver van *Arnhem*. Zie de afbeelding in *Fig.* 6. Aldaar vertoont A B de Schouw, *x* B den loop des Strooms die 'er ſchuins op valt, *zz* het Spantouw,

I. BYVOEGZEL.

Fig. 6.

[illegible] der van de eene tot de andere oever *reikt.* De ſchuinze beweegkragt van 't Water CB krygt, door ontbinding, CE uit, die evenwydig aan de Schouw loopt, en EB of CA, die 'er loodregt op ſtaat; dog volgens die ſtreek CA kan het Vaartuig, door het Spantouw *zz* tegengehouden, niet wyken: maakt men derhalven, (een loodlyn A*a* op de tegenſtandbiedende kragt *zz* laatende vallen,) om CA of deszelfs gedeelte *b*A, als Hoeklyn, het Raam A*abd*; men vindt de kragt *b*A zamengeſteld uit twee Werkingen, waar van de eene volgens *a*A geſchiedt, en de andere volgens *ba*. De kragt *a*A wordt door de regtdraats ſtrydige Werking van het Spantouw *zz*, waar aan de Schouw vaſt is, geheel vernietigd, zoo dat weder *ba* alleen overblyft, die de Schouw volgens die zelfde leiding *ba*, dat is volgens *zz*, voorwaarts dryft.

Nader Ophelderingvan die zoort van Bewegingen. De Zamengeſtelde Beweeging der Gierbruggen, welke wy tot beter begrip van den aart, ontbinding, en werkingen der ſchuinze Beweegkragten wat omſtandiger voorſtelden,

den, zou men op een korter en mogelyk duidelyker wys verklaaren kunnen. Men kan ze enkel aanmerken als Lighaamen, die door twee kragten van verſchillende Beweegſtreeken bewoogen worden: den loop des Strooms naamelyk, die haar met een zekere ſnelheid volgens een zekere Beweegſtreek voortſtoot, en het Giertouw, dat haar volgens een andere ſtreek tegenhoudt, en als een Middelpunt-zoekende kragt middelerwyl naar het Middelpunt te rug trekt. Door de beſtendige Werking van die kragten beſchryven ze van zelf den Boog, waar van die Keten de halve Middellyn is. De kragt des Strooms CA loodregt op AB vallende, ſtoot haar volgens die ſtreek agter uit (want dus geſchiedt de Werking by alle ſchuinze ſtanden van de Vlakte daar op gewerkt wordt,) en doet haar yder oogenblik tragten te ontſnappen met een ſnelheid en langs een Beweegſtreek, die door A*y*, by voorbeeld, wordt uitgedrukt. Maar in den zelfden tyd, dat zy de Lyn A*y* zou afgeloopen hebben, heeft haar de Middelpunt-zoekende kragt of Ket-

I. BYVOEGZEL.

Fig. 7.

 ting,

L. BY-VOLG-ZEL. ting, die niet verder toegaf dan haar langte reikte, een weg als *yz* te rug getrokken. Die twee zyden A*y* en *yz* van den Driehoek A*yz*, (of zo men ze volmaaken wil, van het Raam daar op gevormd,) drukken derhalven de ſnelheid en de Beweegſtreeken uit, waar meê beide de kragten geduurende één en den zelfden tyd werkten, de eene volgens A*y* en de andere volgens *yz*. Het Lighaam zal bygevolg de Hoeklyn A*z* in dien zelfden tyd afloopen, of, dewyl dezelve uit een reeks van oneindig kleine Lyntjes in elk oneindig klein tydſtip gevormd beſtaat, den Boog A*z*. En dewyl de loop des Strooms *x*B altyd aan zig zelven Evenwydig, en de hoek *x*BA, waar meê hy tegen de Brug ſtoot, dezelfde blyft, zal A*y* ook overal, op welke plaats van den Boog het zy, Evenwydig met zig zelve zyn, en overal de ſnelheid en Beweegſtreek uitdrukken, waar mee de Brug tragt agter uit te wyken; *yz*, op 't Middelpunt regtdraads aanloopende, de Tegenwerking die het Giertouw middelerwyl doet, en A*z* den weg, dien de Brug in dien tyd door die zamengeſtel-

ſtelde Beweeging afloopt. Deeze wegen, nu, alle by elkanderen gevoegd, maaken voor den ganſchen tyd den Boog *z z* uit, dien de Brug derhalven in 't overgieren volgt en doorloopt. Op dezelfde wys kan men zig ook de Bogt van het Spantouw in *Fig.* 6, als den Boog verbeelden, wiens Middelpunt hooger op in't midden der Rivier geplaatſt, de Schouw yder oogenblik naar zig trekt, terwyl de Stroom, haar yder oogenblik langs een ſchuinze ſtreek als C A naar beneden tragtende te doen ontſnappen, haar door die Zamengeſtelde Beweeging den Boog of Bogt zelve doet langs loopen. De Vlieger is in 't zelfde geval als de Gierbrug, die tegen den Stroom op giert, in *Figuur* 7. I. BYVOEGZEL.

Hier uit merkt men ook ligtelyk, gelyk wy reeds voorheen gezegd hebben, dat een Gierbrug in 't afzakken naar het midden der Rivier ſnelder voortgang maakt, dan wanneer ze aan de andere zyde tegen Stroom als opklimt. Alle de Hoeklynen of Boogjes A*z* drukken den weg uit, dien de Brug in een even gelyken bepaalden tyd afloopt.

I. BYVOEGZEL.

Maar op de eene plaats ziet men dat die wegen merkelyk korter vallen dan op de andere, en de Brug derhalven in denzelfden tyd hoe langer hoe minder wegs vorderende, allenskens traager loopt: zoo lang tot dat de Beweegſtreek A*y* met *yz* in één vallende, de eene kragt de andere vernietigt en de Brug niet verder voorwaarts gaat.

Dat een ſlapper of ſterker Stroom den voortgang zal vertraagen of verſnellen, zal men duidelyk zien, als men de Lynen A*y*, die de kragt of ſnelheid waar meê de Brug voortgeſtooten wordt betekenen, verkort of verlangt. Want naar maate dat A*y* korter is zal *yz* nader aan 't ſtip A, en naar maate dat ze langer is, verder van A af op den Boog vallen, en bygevolg de Boogen of wegen A*z*, in denzelfden tyd afgeloopen, korter zyn of langer.

Verdere Voorbeelden.

Wanneer men regtſtreeks of ſchuins tegen een Deur of Venſter ſtoot; wanneer men een Wyzer, een Draaihek of eenig Lighaam van dien aart meer, draaien doet; maakt men een Zamengeſtelde Beweeging. Derzelver kragt

en

en wyze van Werking begrypt men ligtelyk, 't zy men van de ſchuinze Stootlyn op het Vlak van 't Lighaam een Loodlyn, die teffens de Raaklyn is van den Cirkel dien 't beſchryft, vallen laat; 't zy men de ſtreek der ſtooting met de Middelpunt-zoekende kragt *Zamenſtelle*, om 'er beider Hoeklyn of Boog, dien 't Lighaam beſchryven zal, uit op te maaken. Ik ga nu tot andere zoorten van Zamengeſtelde Beweeging over. I. BYVOEGZEL.

Een der gemeenzaamſte voorbeelden van zulk eene Beweeging is het *Zeilen* en *Laveeren* van SCHEPEN. Hoe een Schip *Vlak voor den Wind* zeilt, begrypt yder gemakkelyk. Het is geen Zamengeſtelde maar een Enkelde Beweeging. De Wind *x* A, *Fig.* 8, die loodregt in het Zeil *z* B valt, doet het Schip *z z*, daar hy Evenwydig meê waait, regtſtreeks voorwaarts gaan. Hy zou wel, dewyl al de kragt op 't Zeil aan de eene zyde van 't Schip geſchiedt, en 'er aan den anderen kant geen tegenwigt of Werking is, die haar opweegt, het Schip met den boeg ter zyden af doen omdraaien; maar het Roer houdt het gemak- Zeilen en Laveeren van Schepen. *Fig.* 8.

 ke-

I. BYVOEGZEL.

kelyk in Evenwigt. Het Water (en dit moet om deeze aanmerking ook inzonderheid op de volgende gevallen worden toegepaſt) onder 't voortzeilen tegen het ſchuins gehouden Roer weêrſtand biedende, doet op de wyze en volgens de Werking als van een krommen Hefboom het Schip in een regtdraats ſtrydige ſtreek draaien; vernietigt daar door de beweeging en draai, dien de Wind veroorzaakte, en houdt het Schip in een regte Lyn.

Met een ruimen Zywind. Fig. 9.

Het Zeilen met een *ruimen Zywind* is ook niet moeiclyk te begrypen. De Wind *x*A valt als te voren Regthoekig op 't Zeil *x*B. Hy zal derhalven en Zeil en Schip volgens die Beweegſtreek voort ſtooten, en langs dezelfde Lyn *x*A, die hy waait, tragten te doen voortgaan. Maar dat zou Afdryven zyn, geen Zeilen. Men zoekt derhalven, zoo veel mogelyk is, zulks voor te komen, en den weêrſtand aan dien kant zoo groot te maaken, dat het Schip niet Zylinks óf voor de Wind, maar regt voorwaarts uit gedwongen worde zig te beweegen. Men vindt

vindt dien weerſtand gedeeltelyk in den grooter tegenſtand, dien de platte zyde van 't Schip, in haar byna volle langte dwars tegen 't Water aanſtootende, gewaar wordt boven dien, welken de Boeg ontmoet, die ſcherp afloopt, en ongelyk kleiner oppervlakte tegen het Water biedt. Maar men maakt dien weêrſtand ook nog merkelyk grooter, door middel van het Werktuig dat men een *Zwaard* noemt, en byzonder wel geſchikt is, om het Afdryven kragtig te beletten. Want terwyl het, door zyn dunte en ſcherpe kanten zeer weinig weerſtand van 't Water ontmoetende, den voortgang van het Schip zeer weinig benadeelt, maakt het met zyn breedte een geweldig groot Vlak, dat tegen het water gekeerd een weêrſtand naar Evenredigheid vindt, en door denzelven belet wordt, dien kant heen te dryven. Gelyk men dus ook in 't Laveeren mogelyk wel opgemerkt zal hebben, dat de Zwaarden onder 't wenden wapperende of zelfs van 't Schip afgeweeken, ſtraks daar na, als men weêr gang maakt, zeer ſterk tegen de zyden

I. BYVOEGZEL.

Werking van het Zwaard.

I. BYVOEGZEL. van 't Schip worden aangedrukt. Men *laat* hetzelve daarom inzonderheid telywaart vallen, dewyl het Schip over die zy hellende het Zwaard, daar door dieper ondergedompeld, het Water met een grooter oppervlakte raakt, en bygevolg den weêrſtand vermeerdert: gelyk het om die reden ook, als het uit zig zelf niet genoegzaam zinken wil, met kragt wordt neêrgedrukt. *Uit dit grond*-beginzel komt het ook voort, dat men in Stroomende Waters, en daar Eb en Vloed gaat, tegen Stroom op niet wel Laveeren of ſcherp by den Wind zeilen kan. Want, de Stroom in zulk een geval genoegzaam dezelfde ſtreek als de Wind volgende, vindt de zyde van 't Schip en 't Zwaard, die denzelfden weg heen gedreeven worden, geen weerſtand in het Water; dewyl dat even ſnèl als zy voortdryft, of hen meeſleept: geen weêrſtand kan 'er ook plaats hebben, ten zy het Schip ſterker afdryve dan de Stroom, en dus door zyn meerder ſnelheid denzelven voortſtoote, en uit zyn plaats tragte te dringen. Maar op die wys zou men eerder agter-

terwaarts dan voorwaarts zeilen. Het eenigſt middel derhalven, by zulk een gelegenheid, is *Ty ſtoppen*, gelyk men 't noemt, en den Voorſtroom af te wagten. Tegen het omſlaan, om 'er dit in 't voorbygaan by te voegen, by het ſchielyk overſlaan der Zeilen of een ſterken Rukwind, is het Zwaard ook van goeden dienſt: dewyl 't in zulken geval van onder met zyn groote breedte tegen een geweldigen klomp Waters ſtootende, die zoo ſchielyk niet wyken kan, tegen den drang, die van boven in 't Zeil drukt, een zeer kragtig tegenwigt maakt. Het bevordert anders, buiten twyfel, onder ſterk afdryven het hellen van 't Schip, en zou zelfs, zo de drang 'er groot genoeg toe was, het omſlaan kunnen begunſtigen. Want terwyl de Wind de Zeilen en het Tuig van boven naar het water drukt, werkt het Zwaard van beneden onder den bodem, door den weêrſtand van 't water in 't afdryven, volgens een regt ſtrydige Loopſtreek, maar die, als het ander eind van den Hefboom, de kragt van den Wind begunſtigt. Dog dit in 't I. BYVOEGZEL.

voor-

I. BYVOEGZEL. voorbygaan. Dewyl dan op de ſtraks gemelde wys het afdryven belet, of ten minſten grootelyks verminderd wordt, mag men ſtellen, dat de Wind langs die Beweegſtreek ook haar kragt niet kan oeffenen, en 't Schip doen voortgaan. Laat ons dan, om te zien wat hy doen kan, zyn Werking ontbinden, en de Loodlyn laaten vallen op het Beletzel, de zyde van 't Schip zelf, dat hier den weerſtand maakt. In 't Raam A*ycd*, *Fig.* 9, is de Hoeklyn *c* A zamengeſteld uit *cd* of *y* A, en uit *cy*. De eerſte, die met dezelfde ſtreek als de zyde van 't Schip naar den kant werkt, daar de weêrſtand van daan komt, wordt 'er door vernietigd: *cy* derhalven, die 'er overblyft, toont den koers, dien 't Schip houdt, en de ſnelheid, daar het in die ſtreeklyn meê voortgaat.

Zeilen met een Vlak Zywind. *Fig.* 10. Laat ons nu eens eenen *vlak Zy-Wind* neemen, als in *Figuur.* 10. De Wind *x* B valt nu niet loodregt maar ſchuins in 't Zeil *z* B. Zyn Kragt derhalven moet niet naar de Hoeklyn *c* B van het Raam A B E *c* gerekend worden, maar naar de Lyn *c* A, die loodregt op

't

t Zeil valt; terwyl *c* E, als Evenwydig met hetzelve loopende, daar niet op werken kan. Dog volgens *c* A kan het Schip, door den weerſtand van 't Water, niet afdryven, en die kragt kan derhalven volgens die Beweegſtreek geen Werking doen. Ontbindt men haar dan wederom door middel van het Raam A*ycd*, de loodlyn *y* A, regtdraats tegen den weêrſtand zelven gekant, wordt 'er door vernietigd, en 't Schip gaat volgens *cy*, met eene ſnelheid, welke door die Lyn wordt uitgedrukt, voorwaarts.

I. BYVOEGZEL.

Op dezelfde wys begrypt men ook, hoe een Schip *ſcherp by den Wind* Zeilen kan, *x* B, die zeer ſchuins in 't Zeil *z* B valt, werkt, volgens het Raam ABE*c*, dewyl *c*E evenwydig met het Zeil loopt, alleen met de kragt *c* A, die 'er loodregt op ſtaat. Volgens die Beweegſtreek kan zy egter, als voorheen, om den weêrſtand van 't Water, het Schip niet doen afdryven: haar ontbinding, door middel van het Raam A*ycd*, toont ons wat zy doen kan. Zy verlieſt dat deel van haar kragt, 't welk door de Lyn *y* A ver-

Scherp by den Wind. *Fig.* 11.

I. BYVOEGZEL.

verbeeld wordt en in 't afdryven verlooren gaat. En *cy* is de kragt en ſnelheid, waar meê zy 't Schip voorwaarts dryft.

Aanmerkingen op die Beweeging.

Ik zal 'er nog deeze aanmerkingen kortelyk byvoegen. In de Raamen ABE*c* van *Figuur* 10 en 11 wordt niet alleen *c*A, de kragt des winds die loodregt op het Zeil ſtaat, maar ook in de Raamen A*ycd* de Lyn *cy*, die de ſtreek en ſnelheid van den voortgang des Schips uitdrukt, allenskens korter. Hoe ſcherper men derhalven by den Wind zeilt, alle andere omſtandigheden gelyk geſteld, hoe minder kragt de Wind op 't Zeil zal doen, en hoe traager voortgang men maaken zal. Zoo lang 'er egter nog een loodlyn als *c*A op het Zeil vallen, en bygevolg ook een Lyn als *cy* plaats hebben kan, zal het Schip voorwaarts kunnen gaan. *Men* kan derhalven al zeer ſcherp, en, om zoo te ſpreeken, byna als in den Wind opzeilen, maar zoo dra *x*B en *z*B in één vallen, en de Wind evenwydig met het Zeil waait, is 'er geen Loodſyn meer, en bygevolg geen kragt, die het Schip, (want dat zou dan vlak tegen

den

den Wind op zyn, kan doen voortgaan.

I. BYVOEGZEL.

De koers van 't Schip geſchiedt ook zelden of nooit volgens de Lyn *cy*. De weêrſtand, naamelyk, welken de kragt *c* A ontmoet, is niet onverwinnelyk. Hy geeft toe, en geen Schip zeilt 'er by den Wind dat niet min of meer afdryft. Het wykt derhalven zylinks af met een Beweeging, die uit *cy* en uit zoo groot een gedeelte van *c* A, als het in dien zelfden tuſſchentyd afdryft, is zamengeſteld. Weet men dan de lengte van dat gedeelte dier Lyn te bepaalen, men weet ook den waaren loop van 't Schip, dewyl dezelve de Hoeklyn zou zyn van een Raam, op die Lynen gevormd.

Die twee Lynen ſchikken zig in 't algemeen regelmaatig naar 't verſchil tuſſchen den weêrſtand, dien het Schip tegen den Boeg, en dien, welken het tegen zyn zyde gewaar wordt. Naar maate dat het minder weêrſtand van vooren, en meerder van ter zyden ontmoet, zal de Lyn *cy* langer, en 't deel van *y* A, dat het afdryven uitdrukt, kleinder worden: dat is, het Schip zal grooter

I. BY-VOEGSEL. weg voorwaarts vorderen in vergelyking van den weg, dien het middelerwyl zylinks afdryft. Stel eens, dat de weêrſtand tegen de zyde twintig maal grooter zy dan tegen den Boeg, zo zal het Schip 20 Roeden, by voorbeeld, voorwaarts loopen, en in dien zelfden tyd ſlegts één Roede afdryven. Die twee Lynen, dat is de voortgang en het afdryven, ſtaan dan, kan men zeggen, tot *elkander* in de omgekeerde reden van die weêrſtanden. Hoe men derhalven den weêrſtand tegen den Boeg meer vermindert, en teffens dien tegen de zyde vermeerdert, hoe het, naar maate van zyn voortgang, minder zal afdryven, en ſcherper by den Wind zeilen kunnen. Een ſcherpe Boeg overtreft derhalven, alle andere omſtandigheden gelyk geſteld, een platten; en lange, ſmalle Schepen *Laveeren* beter dan korte en breede.

Van één en 't zelfde Schip ſchynen anders die Lynen genoegzaam in dezelfde Evenredigheid tot elkanderen toe en af te neemen. Naar maate dat het in een bepaalden tyd min of meer voorwaarts vordert, dryft het ook

in

in dien zelfden tyd min of meer af. Dog dit heeft egter in alle gevallen geen plaats. By weinig Wind althans ſchynt *c* A, het Water tyd geevende om te wyken, zoo weinig weêrſtand 'er door te lyden, dat 'er voor ontbinding en de Lyn *cy* weinig overblyft, en de Beweeging van 't Schip byna volgens *c* A geſchiedt. Dus weet men, dat men met een ſlappen Wind meer afdryft, naar maate van den voortgang, dien men maakt; en dat men ſcherper Zeilen kan, als het friſch op koelt. I. BYVOEGZEL.

Door middel van een Boom, wiens één eind Regthoekig voor of agter in 't Vaartuig legt, terwyl hy langs den kant van 't water gaande het ander eind evenwydig voortſtoot, ziet men ook dikwils iemand zyn Schuit of Praam voortduwen. Men noemt het, meen ik, *Weegen*. In *Figuur*. 8. kan men 'er eenigermaate de afbeelding van zien. Maar de kragt, die de Man tegen het eind B van den Boom doet, zou de Schuit *z z* met de Neus doen afdraaien; ten zy de weêrſtand van 't water tegen het ſchuins gezette Roer, Weegen, Jaag-ſchuiten &c.

I. BYVOEGZEL.

haar terzelver tyd een regtſtreeks ſtrydigen draai gave, en door die Zamengeſtelde Beweeging de regte Lyn tuſſchen beiden loopen deede. Jaagſchuiten, en alles wat ſchuins voortgetrokken of geſtooten wordt, blyven door een dergelyke Tegenwerking in haar regte Lyn, de Hoeklyn van de twee Beweegkragten.

Windmolens.

Ik kome eindelyk tot de MOLENS. Een zoo gemeenzaam voorwerp, en dat ons dagelyks in 't oog loopt, verdient wel dat men de oorzaak en den aart van deszelfs Beweeging kenne. Het ganſche geheim beſtaat in den ſtand der Roeden of liever van derzelver Hekken; dat Latwerk, waar over de Zeilen geſlagen worden. Ik zal 'er kortelyk een denkbeeld van tragten te geeven. Die met eenige aandagt op een Molen gelet *heeft*, zal wel gemerkt hebben, dat de Roeden of Wieken niet loodregt naar den grond, regt op en neêr, maar een weinig ſchuins ſtaan, en eenigzins agter over hellen. Dit geſchiedt alleen, om beter, en meer regtſtreeks, ('t geen altyd de kragtigſte Werking geeft), den

Wind,

Wind, die men veronderſtelt dat niet Waterpas, maar een weinig ſchuins van boven komt, in de Zeilen te vatten. Voor het jaar 1573 * ſtonden in deeze Landen alle de Molens altyd beſtendig met hunne wieken gekeerd naar het Noordweſten, uit welken hoek men den meeſten Wind verwagtte; dog zedert begon men dezelve, op de uitvinding of onderrigting van zekeren Vlaming, met een draaibaaren Kap te maaken: waar door men ze nu naar alle Winden zetten kan, en de As, om welke de Roeden draaien, altyd regtſtreeks keert tegen de ſtreek van den Wind. Maar de voornaamſte zaak, en daar het hier inzonderheid op aankomt, is de ſtand van 't Latwerk met betrekking tot de As van den Molen, en de hoek, welken hetzelve daar meê maakt. Men zou het, by voorbeeld, op driederley wys zetten kunnen; in een evenwydigen, in een regthoekigen, of in een ſchuinzen ſtand. Men zou de Latten op zulk een wys in de Roeden planten kunnen, dat ze even eens als de As en evenwydig met dezelve liepen; dog in dit geval zou de Wind,

I. BYVOEGZEL.

* LULOFS Haarl. Maatſch. II. Deel. bl. 526.

die ook evenwydig met de As loopt, dan zou evenwydig met de Zeilen waaien, dezelve derhalven niet vatten kunnen, en den Molen bygevolg niet doen omgaan; en, zo men hem draaide, dat de Wind van ter zyden kwam, zou de Werking op den eenen Wiek door de tegenwerking op den anderen, die tegen den Wind in moeſt draaien, opgewoogen en vernietigd worden. Men zou het Latwerk ook verder dwars tegen den Wind, en met zyn Vak loodregt op de As zetten kunnen, zoo dat het 'er een regten hoek mede maakte: dog dan zou de Wind, evenwydig met de As waaiende, ook loodregt op de Zeilen vallen, dezelve volgens die Streeklyn regt agterwaarts uit tragten te ſtooten, en dus al zyn kragt enkel daar aan verſpillen, dat hy den Molen, zo 't mogelyk was, om ver woei. Maar eindelyk kan men 't ook zetten, dat het min of meêr ſchuins op de As ſtaat, en zekeren Hoek met dezelve maakt; en deeze is de ſtand, daar men 't in plaatſt. Het Latwerk der Wieken ſtaat met zyn Vak niet loodregt op de As van den Molen,

len, noch op de ſtreeklyn bygevolg van den Wind, die evenwydig met dezelve waait; maar een weinig ſchuins. De Wind valt derhalven ook niet loodregt op de Zeilen; maar ſchuins, en deszelfs Werking moet volgens den aart der ſchuinze Beweegkragten opgeloſt worden. Hy zou de Roeden volgens de ſtrekking van een loodlyn, uit zyn ſchuinze Botsſtreek op het Vlak der Zeilen vallende, een weinig zylinks agter uit doen wyken: maar de As waar in ze vaſt zyn, en om welke zy draaien, belet haar zulks, en houdt ze tegen. Die Loodlyn dan wederom ontbonden geeft twee Werkingen: de eene Evenwydig met de ſtreek van den Wind, of, 't geen 't zelfde is, met de As van den Molen, en door wier tegenſtand zy te eenemaal vernietigd wordt: de andere, die Regthoekig op de windſtreek, of op de As ſtaat, en dus de Zeilen en Roeden regthoekig van dezelve af voortdryft; dat is, doet omdraaien: even gelyk men een Wyzer, of Draaihek, of iets dergelyks, volgens een ſtreek, die regte Hoeken maakt men de As of ſpil daar ze I. BYVOEGZEL.

 op

2. BE-WEEG-REEL.

op loopen, voortſtootende, dezelve draaien doet. Ik zal dit mogelyk door behulp van *Figuur*. 9. eenigzins bevatbaarder kunnen maaken. Laat *zcyz* de ſtreek van den Wind zyn, die Lynregt tegen de As van den Molen *z* aanwaait: B A *z* het Zeil of Latwerk, dat, aan de Roede in B vaſt, ſchuins, en met een hoek als B *zz* naar de As ſtaat. De Wind *zz* zal 'er derhalven *ook* ſchuins en met denzelfden hoek overal opvallen, en *c* A, de Loodlyn op 't Zeil, deszelfs kragt kunnen uitdrukken. Want de ſchuinze Werking van *cyz*, volgens den aart der ſchuinze beweegkragten, als de Hoeklyn aangemerkt van een Raam, wiens twee eerſte zyden *c* A en A *z* zyn, wordt verdeeld in de Loodlyn *c* A, en in A *z*, die evenwydig met het Zeil loopt, en 'er bygevolg niet op werkt. Dog volgens de Beweegſtreek van *c* A *kan de* Roede, die in de As vaſt is, niet wyken. Die Loodlyn derhalven dan nog eens ontbonden zynde in *cy* en in *cd* of derzelver evenwydige *y* A, ziet men dat *cy*, lynregt op de As in *z* aanloopende, door derzelver tegenſtand

ver-

nietigd wordt, en dat *y* A, de kragt die 'er loodregt op ſtaat, het Zeil B A *z*, en de Roede daar 't aan vaſt is, loodregt van de As weg ſtoot. Laat nu iemand, want het valt vry bezwaarlyk om deeze Werking op 't papier wel en bevatbaar genoeg af te tekenen, zig verbeelden, dat hy vlak voor een Molen ſtaat, en twee van deszelfs Roeden regt op en neêr, en de twee andere bygevolg Waterpas ziet ſtaan. Aan de eene van deeze twee laatſte zal hy merken, dat het Latwerk en Zeil, aan het bovenſte gedeelte der Roede, dat naar de Lugt gekeerd is, niet loodregt om hoog, maar een weinig ſchuins agterwaarts ſtaat; aan de andere dat het aan 't onderſte gedeelte van de Roede, dat naar den grond ziet, op dezelfde wys niet loodregt naar beneden, maar een weinig ſchuins voorwaarts geboogen is. De Wind derhalven, ſchuins op de Zeilen vallende, drukt dezelve met dat gedeelte van zyn kragt, 't welk 'er loodregt op valt, loodregt agteruit, het eerſte een weinig ſchuins naar beneden het ander een weinig ſchuins naar boven. Dog vol- I. BYVOEGZEL.

 gens

I. BYVOEGZEL.

gens die ſtreek kunnen de Roeden, om dat ze in de As vaſt zyn, niet agterwaarts wyken. Ontbindt men derhalven die kragt in tweeën, het eene gedeelte zal een pooging doen om ze lynregt en waterpas, of evenwydig met de As van de Molen, agter uit te ſtooten; 't geen onmogelyk is, het ander zal de Roeden regthoekig drukken, de eene regt neêr naar beneden, de andere regt *op naar* boven. Maar wanneer de eene Roede van een Molen neêrwaarts en de ander opwaarts gedrukt en bewoogen wordt, draait hy. In dat beurtelings op en nedergaan van zyn Wieken beſtaat zyn Beweeging. Dien meermaalen gemelden Hoek, welken het Latwerk der Roeden met de As van den Molen maakt, en die in verſcheiden Landen verſcheidelyk genomen wordt, te *Parys* en elders *van* 72 graaden, ſtelt men hier doorgaans op 55 graaden of 54 gr. 44 min. Men heeft berekend, dat de Wind met dien Hoek op de Zeilen vallende de grootſte kragt kan doen. Dog dit dient eigentlyk niet tot ons tegenwoordig oogmerk, dewyl wy alleen van den

aart

aart en wyze der Werking van zamengeſtel- de en ſchuinze Beweegkragten ſpreeken; niet van den hoogſten Kragtgraad, dien ze hebben kunnen. De Nederduitſche Leezer kan dit ſtuk naauwkeurig en grondig onderzogt vinden, in de Wiskundige en Werktuigkundige Beſchouwing der Windmolens van den Heer LULOFS, *Haarl. Maatſch.* II. Deel. bl. 525. Ik zal 'er hier nog alleen maar byvoegen, dat men dien Hoek overal langs de ganſche lengte der Roede niet even groot maakt. Staat het Latwerk digt by de As, daar het zyn begin neemt, met zulk een Hoek van 54 of 55 graaden, het komt, een zoort van bogt maakende, naar maate dat het de Roede opklimt, allenskens den regten hoek nader, zoo dat het, aan derzelver uiteind of toppunt, 'er loodregt opſtaat, of zelfs een weinig overgeboogen. Dit heeft onder anderen dit nut, dat het klapperen der Zeilen daar door belet wordt, die anders, in 't neêrkomen, door den weêrſtand der Lugt, die tuſſchen de Wieken en 't Lighaam van den Molen is, ſchuins van agteren geſtooten,

I. BYVOEGZEL.

op-

I. BYVOEGZEL.

opſlaan zouden en heen en weer geſlingerd worden.

Water-molens.

Ik behoef van de *Watermolens*, dat is, de zulken, die door een Stroomend Water worden omgevoerd, niet te ſpreeken. Elk begrypt ligtelyk derzelver beweeging, 't zy men een *Bovenſlag*-Molen, daar het Water uit een zekere hoogte van boven neder op de bladen valt, 't zy men een *Onderſlag*-Molen neemt, wiens Borden in het Stroomend Water zelf ſtaande, door hetzelve in zyn Loop voortgeſtooten worden: het Water geeft door zyn zwaarte in het regtſtreeks werkend gedeelte van zyn Botzing dezelve een ſnelheid om volgens die regtſtreekſe lyn te wyken. Maar de As, daar ze aan vaſt zyn, verandert die Raaklyn des Cirkels in den Cirkel zelven, dien zy dezelve om zig, als het Middelpunt, doet beſchryven. Even gelyk men een Venſter of Deur, daar men ſchuins of regtſtreeks tegen aan ſtoot, op haar duimen en hengzels draaien doet.

VOEGZEL.

er Aarde. Ontdekking en be-
ar uit opgemaakt. Wyze van
ng. Daadelyke Meetingen.
erzelver waare gedaante
bepaald.

zal den Nederduitſchen Leezer, enk ik, niet onaangenaam zyn, dat ort Berigt geeve van de voornaam- ndbeginzelen en de merkwaardigſte teniſſen, die op het Meeten der Aar- 't bepaalen van derzelver waare Ge- betrekking hebben. De meeſte Schrif- ver dat Stuk in 't ligt gekomen, zyn *Franſche* Taal geſchreeven, en door- , zoo veel ik weet, nog niet ver- it. De Heer NOLLET maakte 'er ſlegts en daar, met weinig woorden, gewag en ging een breeder Verhaal, als tot byzonder oogmerk niet dienende, en heidshalven, voorby. In 't opſtellen dit Berigt heb ik my inzonderheid be- nd van het Werkje van den Heer MAU- RTUIS, *Elements de Geographie*, waar in de

II. BYVOEGZEL. de voornaamſte zaaken, die tot dit Onderwerp behooren, op een korte en zeer bevatbaare wyze worden voorgeſteld. *Ik* heb egter de vryheid gebruikt om deszelfs gedagten tot myn byzonder oogmerk te verſchikken, en, ſchoon meermaalen enkel Vertaaling, zomtyds iets voorby te gaan, te verkorten, of wel breeder voor te ſtellen, en 'er 't een of 't ander by te voegen. Indien ik uit eenigen anderen Schryver Aanmerkingen heb overgenomen, heb ik deszelfs naam genoemd.

Rondheid der Aarde. Toen men ontdekt hadt, dat de Aarde, op wier oppervlakte wy leeven, niet plat, maar van een ronde gedaante was, ſchynt men teffens veronderſteld te hebben, dat zy volmaakt klootsrond was. Die gedaante voldeedt aan alle Verſchynzelen, die men tot nog toe hadt opgemerkt. Het ontdekken der Toppen van Bergen, Torens, Masten der Schepen, eer derzelver voet, en de oppervlakte zelf der Aarde, daar ze op ruſten, zigtbaar wierdt: het ryzen en daalen van een Star, de Noordſtar, by voorbeeld,

beeld, naar maate dat men Noord- of Zuidwaarts reisde, en derzelver volkomen en beſtendige Onderdompeling aan de andere zyde der Middellyn: de altyd ronde ſchaduw der Aarde, in allerhande Geſtalteniſſen, by de Maans verduiſteringen: deeze en andere Verſchynzels ſtemden alle overeen, om de Aarde als een ronden Kloot te doen aanmerken, en een volmaakt klootsronde gedaante ſcheen de netſte te zyn en de regelmaatigſte.

II. BY-VOEGZEL.

Een Ontdekking van den Heer RICHER gaf de eerſte aanleiding, om aan die regelmaatigheid en de volmaaktheid der klootsronde vorm van de Aarde te twyffelen. Deeze, in 't Jaar 1672 naar het Eiland *Cayenne* gereisd om 'er Sterrekundige Waarneemingen te doen, hadt opgemerkt, dat zyn Slinger-Uurwerk, te *Parys* geregeld, dagelyks 2 Minuuten en 28 Sekonden vertraagde, en zyn Slinger derhalven gekort moeſt worden, zou hy even als te *Parys* naauwkeurig Sekonden blyven ſlaan. Uit deeze Ontdekking, ontwyffelbaar geſtaafd en bewaarheid, be-

Waarneeming van den Heer RICHER.

II. BYVOEGZEL.

begreep men dat de Zwaartekragt by de Middellyn zwakker was dan in *Vrankryk*; dat die verzwakking door de Middelpuntſchuwende kragt, verwekt door de dagelykſche Omwenteling der Aarde, veroirzaakt wierdt; en dat derhalven, naar maate dat men van de Aspunten naar de Middellyn naderde, gelyk die Middelpuntſchuwende kragt door de allenskens grooter wordende Cirkels toenam, zoo ook de Zwaartekragt allenskens afneemen moeſt en zwakker worden (*).

Onderzoek op de waare gedaante der Aarde.

De Heeren NEWTON en HUYGENS deeze Waarneeming en derzelver Gevolgen tot een grondſlag van hun Berekening neemende, ondernamen om 'er de waare gedaante der Aarde volgens de Wetten der Waterweegkunde uit op te maaken. Zy merkten dezelve aan als een Bol uit een vloeibaare of ten minſten een genoegzaam beweegbaare ſtof gevormd, overal eenpaarig of *gelykſlagtig*

Homogéne

(*) Zie dit breeder betoogd by NOLLET, boven bladz. 210 &c. en bladz. 310 &c.

tig en van den zelfden aart; en wiens deelen alle met elkanderen in evenwigt ſtonden. Om dit onderling evenwigt in ſtand te houden, en die vloeibaare ſtof, daar de Aardbol uit beſtondt, in ruſt en elk deel op zyn plaats te doen blyven, moeſt noodwendig de kolom van ſtof, die uit het Middelpunt tot aan de oppervlakte onder de Middellyn reikte, het zelfde gewigt, de zelfde zwaarte hebben, als die Kolom, die uit het Middelpunt naar de Aspunten liep. Want indien beide die Kolommen even zwaar waren, konden ze, gelyk het Water doet in een kromme regthoekige Buis, elkanderen wederzyds ophouden en in evenwigt blyven ſtaan. Maar nu beſtondt de Kolom onder de Middellyn uit een Stof, die door de Middelpuntſchuwende kragt een deel haarer zwaarte verloor en ligter was van aart dan die Stof, waar uit de andere Kolom was zamengeſteld. Zy moeſt derhalven, zou ze dezelve opweegen, meer ſtof bevatten, en een grooter langte hebben. En dus moeſten de Stofkolommen van de

II. BYVOEGZEL

II. BYVOEGZEL.

Middellyn langer zyn dan die der Aspunten, om met elkanderen evenwigt te maaken; de Aardbol kreeg 'er een gedaante door, die ronder was onder de Middellyn en platter by de Aspunten.

Berekening van den Hr. HUYGENS.

Beide die ſchrandere Wiskonſtenaars, hun rekening opgemaakt hebbende, kwamen in 't Stuk overeen, en verſchilden alleen in de maate en hoeveelheid dier Platting. *Dit* Verſchil ſproot daar uit voort, dat yder een byzondere ſtelling volgde over de Zwaarte; want ten opzigt van de Middelpuntſchuwende kragt waren ze van één gevoelen. De Heer HUYGENS veronderſtelde, dat zonder de verandering, die de Middelpuntſchuwende kragt 'er in veröirzaakt, de Zwaartekragt overal, op alle plaatzen van den Aardbodem, op deszelfs oppervlakte zoo wel als daar onder, eveneens en de zelfde zyn zou; en overal regtſtreeks haar neiging hadt naar het Middelpunt. Volgens deeze Veronderſtelling werkende, bevondt hy dat de Middellyn van den Evenaar of Middellynscirkel $\frac{1}{578}$ gedeelte langer was dan

de

de As, daar de Aarde om draait, en die van het een tot het ander Aspunt loopt.

II. BYVOEGZEL. Van den Heer NEWTON. *Attractien*

De Heer NEWTON, die de Zwaarte toeſchreef aan de onderlinge *Aantrekkingskragt*, van alle de deelen der Stof, waar uit de Aarde beſtaat, en die van dien aart is, dat zy ze in de omgekeerde Reden van de Vierkanten hunner Afſtanden op elkanderen werken doet, kon de Kragt der Zwaarte niet als overal eenpaarig en de zelfde aanmerken. Indien de gedaante der Aarde afhing van de Zwaarte: de Zwaarte zelf hing wederom af van de gedaante, welke de Aarde hadt aangenomen; en zoo dra zy eens door de Middelpuntſchuwende kragt aan haar Aspunten geplat was geworden, en verhevener gemaakt onder den Evenaar, moeſt uit hoofde van die gedaante alleen; zonder op de werking der Middelpuntſchuwende kragt verder eens te letten, de Zwaartekragt onder den Evenaar zwakker worden dan by de Aspunten. De Heer NEWTON, volgens deeze diepzinnige Beſpiegeling zyn rekening opgemaakt hebbende, bevondt dat de Mid-

II. BYVOEGZEL.

dellyn door den Evenaar $\frac{1}{230}$ gedeelte langer moeſt zyn dan de As der Aarde.

Gedaante van de Dwaalſtar *Jupiter.*

Een Verſchynzel, 't welk men in de Starrekunde hadt waargenomen, ſcheen deeze berekeningen en 't gevoelen van de Heeren NEWTON en HUYGENS te beveſtigen. Uit de Beweeging van eenige Vlakken, die zig op 't Lighaam van *Jupiter* vertoonen, hadt men ontdekt, dat die Dwaalſtar, in den tyd van 10 uuren, eens om haar As wentelde. Deeze Omwenteling, merkelyk ſnelder dan die der Aarde, moeſt noodwendig alle de deelen van die Dwaalſtar een zeer ſterke Middelpuntſchuwende kragt byzetten, en daar door derzelver gedaante ongemeen platten. Men bevondt het ook met 'er daad zoo op de Proef, en uit het meeten der Middellynen van *Jupiter* en derzelver vergelyking met malkanderen bleek het, dat hy merkelyk geplat was by zyn Aspunten: een Ontdekking, die 't Gevoelen van de plat- of knolronde gedaante der Aarde kragtig ſcheen te begunſtigen.

Meeting

Deeze Redeneeringen derhalven van de Hee-

Heeren NEWTON en HUYGENS maakten de Regelmaatigheid en volmaakte Rondheid van de Vorm der Aarde te eenemaal twyfſelagtig; doch bepaalden egter niet naauwkeurig en zeker genoeg derzelver waare gedaante. Beide ſtelden zy ze by de Aspunten geplat, maar ſtemden in de maate en grootheid der Platting niet overeen. Daadelyke Meetingen ſcheenen het middel te zyn, om de zaak in eens af te doen, en de waare gedaante der Aarde te bepaalen.

II. BYVORGZEL. der Aarde.

Eer wy tot het Verhaal van de Meetingen zelve en derzelver Uitkomſten overgaan, zal het niet ongevoeglyk zyn, dat de Leezer zig een Denkbeeld vorme van de Beginzelen, daar dezelve op ruſt, en van de wyze, waar op ze wordt uitgevoerd. Zy ſteunt op deeze Gronden. Een Lyn, die men zig van 't Noorder Aspunt af, vlak Zuidwaarts aan, langs de oppervlakte der Aarde verbeeldt te loopen, noemt men de *Middaglyn*; of als men dezelve zo ver met zyn gedagten verlengt, dat ze door 't Zuider Aspunt heen de gantſche Aarde, tot op de plaats daar ze

Denkbeeld van de Middaglyn en Middagcirkel.

Ligne Méridienne

 haar

II. BYVOEGZEL. *Le Méridien*

haar begin nam, rondsom loopt, den *Middagcirkel*. Men geeft haar dien naam, om dat de Zon, juiſt op den Middag in haar hoogſte Toppunt zynde, vlak boven dezelve ſtaat, en een Styl, of iets dergelyks, loodregt op die Middaglyn opgerigt, zyn ſchaduw juiſt langs dezelve werpen zal. Zon, Maan, en alle andere Starren derhalven, bevinden zig, als ze vlak boven *die Lyn* zyn, in haar hoogſte Toppunt. Eer zy dezelve bereikt hebben, klimmen ze nog allenskens hooger; zoo dra zy dezelve over zyn, beginnen ze weder te daalen. Men begrypt ligtelyk, dat deeze Lyn en de daar uit volgende Middag en hoogſte Toppunt der Starren, voor alle plaatzen des Aardbodems, die vlak Zuid- en Noordwaarts van elkander liggen, de zelfde blyft; maar zoo dra men 'er Ooſt- of Weſtwaarts van afwykt, verandert ze. Ooſtelyker Landen zien de Zon reeds in 't Toppunt, terwyl ze by de Weſtelyker nog klimt. De Middaglyn van *Parys* is de zelfde niet als die van *Amſterdam*, 't welk Ooſtelyker ligt;

en

en yder plaats van den Aardbodem, Ooſt- en Weſtwaarts van elkanderen gelegen, heeft haar eigen Middagſtyd, haar eigen byzondere Middaglyn, die daarom de *Middaglyn van die Plaats* genoemd wordt; en welke men zig verbeeldt, uit het Noorder Aspunt door die Plaats heen vlak Zuidwaarts aan te loopen.

II. BYVOEGZEL.

Wanneer men nu langs de eene of andere van die Middaglynen Zuid- of Noordwaarts aan reiſt, bemerkt men eerlang eenig verſchil in de Hoogte, tot welke de Starren in haar Toppunt opklimmen, en dat ze, op de Middaglyn zynde, zig of hooger of laager boven den Gezigteinder vertoonen, dan men haar gewoon was te zien. De Noordſtar, by voorbeeld, (haar kleine Kring onaangemerkt,) die men by 't Noorder Aspunt boven 't hoofd heeft, daalt, naar maate dat men Zuidwaarts komt, allenskens laager, zoo dat men onder de *Middellyn* of *Evenaar* haar in de Kimmen heeft. Als men langs zyn Middaglyn, vlak naar 't Noorden of Zuiden ziende, zig aan den Hemel een Boog

Hoogte der Starren.

Equateur

II. BY-VOEG-ZEL. verbeeldt, die van 't Toppunt boven 't hoofd tot aan den Gezigteinder reikt, zal die Boog het vierendeel zyn van een Cirkel, dat, gelyk men weet, in 90 graaden verdeeld wordt. Naar de Plaats, die de Star op dien Boog beſlaat, wordt derzelver hoogte gerekend. Staat zy vlak boven 't hoofd, zy is 90 graaden hoog; en de Gezigtſtraal *Horizon* uit het oog naar den *Zigteinder* maakt met dien naar de Star in 't Toppunt een Regten Hoek. Bevindt ze zig juiſt op 't midden van dien Boog, die twee Gezigtſtraalen maaken, in 't oog van den Aanſchouwer, een Hoek van 45 graaden; men zegt, derhalven, dat de Star een hoogte heeft van 45 graaden boven den Gezigteinder. Het zelfde heeft ook in alle andere gevallen plaats. De Hoek, welken de Zigteinderlyke Straal met den anderen, die door de Star *gaat*, in 't oog maakt, geeft de grootte van den Boog, dien dezelve boven de Kim verheven is, of, gelyk men 't noemt, de hoogte van de Star.

Denk- Doch dewyl de *Straalbuiging* van den Damp-

Dampkring by den Zigteinder vry ſterk, en, als aan verſcheide en groote veranderingen onderhevig, bezwaarlyk te berekenen is, kieſt men, om dezelve te vermyden, tot het meeten der Aarde altyd zulke Starren, die zoo na aan 't Toppunt zyn als eenigzins mogelyk is. En in plaats van dien Zigteinderlyken Straal, die met den Gezigtſtraal der Star den Hoek in 't oog maakte, en daar door derzelver hoogte aanwees, neemt men zekere andere Lyn, die ruim zoo goed tot dat zelfde oogmerk dienen kan, en overal zeer gemakkelyk te vinden en te bepaalen is.

II. BYVOEGZEL. beeld van de Toppuntslyn.

'T Is, naamelyk, de *Toppuntslyn*, daar ik van ſpreek: die Lyn, welke yder Draad, daar een Gewigt aan hangt, yder Paslood, gelyk men 't noemt, vormt en 'er 't beloop van aantoont. Uit de Wetten der Waterweegkunde weet men dat deeze Lyn overal, waar 't ook zy, regthoekig en loodregt op de oppervlakte van 't Water ſtaat. De oppervlakte van 't Water, weet men ook, is overal van de zelfde gedaante als de Aarde

La Verticale

II. BYVOEGZEL.

zelf, dewyl de Zeekuſten en Stranden op alle plaatzen de oppervlakte der Zee volgen, en zig boven dezelve niet verheffen, dan tot zoo gering een hoogte, dat ze met den gantſchen omtrek der Aarde in geen vergelyking komt, en voor een enkel Niets mag gerekend worden. Hierom neemt men met regt op alle plaatzen, zonder onderſcheid, deeze Loodlyn, die *loodregt ſtaat* op de oppervlakte van 't Water, voor een Lyn, die ook loodregt ſtaat op de oppervlakte der Aarde, of, 't geen op 't zelfde uitkomt, op dat Vlak, 't welk de oppervlakte der Aarde op die plaats raakt.

Zenith en Zeniths Afſtand.

Deeze Toppuntslyn, van de Aarde af naar boven in de Lugt verlengd, loopt regtſtreeks aan op een punt, dat men zig aan den Hemel vlak boven yder plaats verbeeldt, en welk punt het *Zenith* van die Plaats genoemd wordt. Men kan met deeze Lyn eveneens als met den Zigteinderlyken Straal, daar we van ſpraken, de hoogte der Starren meeten. Want dewyl zy met denzelven een Regten Hoek maakt, heeft men ſlegts den

hoek,

hoek, welken deeze Toppuntslyn met den Gezigtſtraal der Star in 't oog van den Waarneemer maakt, van 90 graaden af te trekken: 't geen 'er overblyft is de hoogte der Star boven den Zigteinder. De Afſtand van 't *Zenith* derhalven van een Star (want dus noemt men den Boog, daar ſtraks gemelde Hoek de maat van geeft) volgt altyd evenredig derzelver hoogte, en neemt toe of af, naar maate dat de Star laager of hooger, dat is, verder van het Toppunt af, of 'er nader by is. En indien, bygevolg, de hoogte van een Star op twee onderſcheiden plaatzen der Aarde verſchilt, zal men ook het zelfde verſchil vinden in den Afſtand dier Star van het *Zenith* van die plaatzen. Een Star, by voorbeeld, van 50 graaden hoogte boven den Zigteinder heeft een Afſtand van 't *Zenith* van 40 graaden; de zelfde Star, op een andere plaats van de zelfde Middaglyn 60 graaden hoog gezien, zal een Afſtand van 't *Zenith* van die plaats hebben van 30 graaden.

II. BYVOEGZEL.

Van deeze Afſtanden, nu, der Starren

van

II. BYVOEGZEL.

van 't *Zenith*, of, 't geen het zelfde is, van de loodregte Toppuntslyn, bedient men zig, als het veiligſte en zekerſte middel, om de graaden van een Middaglyn of Middagcirkel der Aarde te meeten. Maar laat ik vooraf nog zeggen, wat men door een graad van den Middagcirkel verſtaat; en hoe men zig een denkbeeld vormt van de minder of meerder grootte van deszelfs Boog.

Denkbeeld van een Boog en Graad des Middagcirkels.

Indien men op twee onderſcheiden plaatzen der Aarde, in den zelfden Middagcirkel gelegen, de twee Toppuntslynen, die van het *Zenith* dier plaatzen loodregt op de Aarde vallen, met zyn gedagten verlengt tot beneden de oppervlakte der Aarde, en dezelve dus regtſtreeks voort laat loopen, tot dat zy malkanderen ontmoeten; zullen die twee Lynen op die plaats, daar ze in de Aarde by een komen, met elkanderen een *Hoek* maaken. Dien Hoek noemt men de *Breedte* of grootte van den Boog des Middagcirkels tuſſchen die twee Lynen begreepen en afgeſneeden; dewyl hy de maat van dien Boog aanwyſt. Naar de Graaden, welke die

Amplitude

Hoek

Hoek groot is, rekent men de graaden van den Middagcirkel. Indien 't een Hoek is van éénen graad, by voorbeeld, noemt men dien Boog des Middagcirkels, die tuſſchen de twee Toppuntslynen op de oppervlakte der Aarde begreepen wordt, een graad van den Middagcirkel: 360 zulke deelen of graaden zyn 'er, gelyk men weet, in den ganſchen Cirkel. Een graad derhalven, twee graaden, drie graaden van den Middagcirkel, betekenen niets anders, dan Boogen van den Cirkel op de oppervlakte der Aarde, wiens Hoeken of zoogenaamde Breedten, één, twee, drie graaden groot zyn. II. BYVOEGZEL.

Men ziet hier uit ligtelyk, dat'er, indien de oppervlakte des Aardbodems volſtrekt plat en regtlynſch was, geen Breedte plaats zou kunnen hebben, geen graaden geteld worden. De Lynen, die, uit het *Zenith* van yder plaats getrokken, op de Aarde vielen, zouden geen hoek met malkanderen maaken, maar Evenwydig aan elkander zyn (*). Dog

zoo

(*) Men moet, naamelyk, om dit *wel* te verſtaan,

II. BYVOEGZEL.

zoo dra de Middaglyn een Cirkel, een kromme Lyn wordt, kunnen de *Zenith* of Toppuntslynen malkanderen ontmoeten; in één punt zamenloopen, en met elkanderen een Hoek maaken beneden de oppervlakte der Aarde.

Meeting van de Toppuntslynen.

Maar hoe nu dien Hoek, door twee zulke Toppuntslynen gevormd, te vinden, en dus de breedte te bepaalen van den Boog des *Middagcirkels*, die tuſſchen dezelve begreepen wordt. Laaten wy ten dien einde eens veronderſtellen, dat de Waarneemer binnen in de Aarde geplaatſt zy, en wel in het punt, daar de twee Toppuntslynen van *Parys* en *Amiens*, by voorbeeld, die op een en dezelfde Middaglyn leggen, zamenloopen; en dat, de Aarde doorſchynend zynde, hy door dezelve

ſtaan, hier denken op den onmeetelyken Afſtand der vaſte Starren, die zoo groot is, dat de gantſche Middellyn van onze Aarde ſlegts als een enkel Stip in vergelyking van denzelven moet worden aangemerkt. 't Zy men dan langs die Middellyn, of, 't geen 't zelfde is, langs een platte Aarde van die langte voorwaarts, 't zy men agterwaarts ging, alle onze beweegingen zouden ten opzigt van de Starren

zelve heen de Starren zien kon. Indien hy den Hoek, tuſſchen de twee Toppuntslynen van *Parys* en *Amiens* begreepen, bepaalen wil, en haar beiden niet teffens zien kan, zal hy zig bedienen kunnen van de eene of de andere Star, die tuſſchen die twee Lynen in ſtaat. Want in zulken geval zal de Hoek, door de twee Toppuntslynen gevormd, gelyk zyn in waardy aan twee Hoeken, waar uit hy dan is zamengeſteld; den eenen, dien de Toppuntslyn van *Parys* met den gezigtſtraal op die Star in 't oog van den Waarneemer, en den anderen, welken die zelfde gezigtſtraal geeft met de Toppuntslyn van *Amiens*. Maar indien die Star, daar hy zig van bediende, zig naar den kant van *Amiens* buiten den Hoek der twee Toppuntslynen bevondt, ziet men ligtelyk, dat deeze Hoek in II. BYVOEGZEL.

ren oneindig klein zyn, en bygevolg ook niet meer dan flegts een oneindig kleine, dat is, geen merkbaare verandering in derzelver ſtand kunnen veroirzaaken. De Star, die boven ons hoofd ſtondt, zou 'er altyd, waar wy gingen, blyven ſtaan; en anderen, die ſchuins of laager toeſcheenen, altyd de zelfde ſchuinsheid en hoogte behouden.

II. BYVOEGZEL. grootte gelyk zou zyn aan 't verſchil, 't welk 'er wezen zou tuſſchen de twee Hoeken, die in 't oog van den Waarneemer gevormd wierden, de een door de gezigtſtraal op de Star en Toppuntslyn van *Parys*, en de ander door dezelve gezigtſtraal en de Toppuntslyn van *Amiens*.

Of Boog des Middagcirkels. Dog het is niet noodig dat men den waarneemer om dien Hoek te meeten *onder* de oppervlakte der Aarde, en in 't punt des zamenloops van die twee Lynen plaatze. De afſtand der vaſte Starren van het aardryk is zoo verbaazend groot, dat al bevindt hy zig op deszelfs oppervlakte te *Parys* en *Amiens* zelf, de Hoeken door de Toppuntslynen van die twee Steden, en door de gezigtſtraalen die door de Star gaan, gevormd, voor hem even eens en volkomen dezelfde blyven. Zonder eenigen den minſten ſchroom van Misrekening mag hy derhalven de Som, zo de Star zig binnen de Lynen, of het verſchil, zo ze 'er zig buiten bevindt, van de Hoeken te *Parys* en *Amiens* ontdekt en gemeeten, voor den waaren Hoek neemen, welken de Top-

punts-

puntslynen van die twee Steden beneden onder de oppervlakte der Aarde met elkanderen maaken.

II. BYVOEGZEL.

Manier van Maatneeming langs de oppervlakte der Aarde.

Zoo dra men deezen Hoek kent, wordt 'er niets meer vereiſcht, dan dat men zoo naauwkeurig als mogelyk is de Maat weet van den afſtand, welken *Parys* en *Amiens* van elkanderen leggen, om daar uit te zien, hoeveel Roeden of Voeten de graad van den Middagcirkel tuſſchen die twee Steden bevat. Deeze Meeting heeft geen andere moeielykheid van belang, dan die men 'er zelf aan toebrengt, door ongemeen naauwkeurig te willen zyn. Wy zullen hier, gelyk we ten opzigt der waarneeming van den Hoek tuſſchen de twee Toppuntslynen deeden, alleen van die handelwyze gewag maaken, waar uit men de allergrootſte netheid, die 'er op vallen kan, met reden verwagten mag. Anders begrypt men, zonder moeite, dat 'er, zo men zig met een maar tamelyke naauwkeurigheid te vreden houdt, middelen t'over zyn om een zekere langte van Grond te meeten.

Indien de Afſtand tuſſchen de twee Plaat-

[illegible] zon, die men verkoozen heeft, een vlak en effen Veld was, zou 'er inderdaad geen beter middel zyn, om deszelfs langte met de grootſte naauwkeurigheid te leeren kennen, dan dat men 't, van het eene end tot het ander, met een Landmeeters Roede of Ketting afmat. Zulk een Meeting zou, gelyk ze de eenvoudigſte van allen is, ook teffens de netſte en naauwkeurigſte zyn. Maar dewyl 'er weinig Landſtreeken zyn, waar in men zulke wydſtrekkende Vlakten, die 'er gelyk en effen genoeg toe zyn zouden, ontmoet, neemt men tot een ander middel zyn toevlugt.

Vorming van een reeks Driehoeken.

Men kieſt ter regter en ter ſlinker hand een gevoeglyk getal van opmerkelyke en wel zigtbaare Voorwerpen uit, en vormt door derzelver behulp een reeks van Driehoeken, die hun aanvang neemen en eindigen met de twee uiterſte einden van den Afſtand, dien men meeten wil. Men neemt met een *Kwadrant* de grootte van de Hoeken van yder van die Driehoeken; en, wanneer men dan ſlegts de langte van een enkele zyde van

den

den eenen of den anderen dier Driehoeken kent, weet men daar uit de langte van alle de andere zyden van de geheele reeks der Driehoeken op te maaken; gelyk een yder bekend is, die eenige kennis heeft van de Driehoeks-Meetery. II. BYVOEGZEL.

Wanneer men derhalven op die wys zyn reeks van Driehoeken gevormd, en de grootte van derzelver Hoeken genomen heeft, valt 'er niets meer te doen, dan dat men de langte van de eene of de andere zyde van deezen of geenen Driehoek met een Landmeeters Ketting of Roede meet: en die zyde, welke men dus met 'er daad gemeeten heeft, geeft men den naam van *Voet* of *Grondlyn.* Men neemt 'er doorgaans een zyde toe, die aan een der uiteinden is van den Afſtand, dien men weeten wil, en gaat, den Grondſlag der Berekening dus gelegd hebbende, van Driehoek tot Driehoek voort tot aan het ander uiteind. Dus leert men de langte van alle de zyden van de geheele reeks der Driehoeken kennen: en de zyden der laatſte Driehoeken berekend hebbende, neemt men we-

Meeting der Grondlynen.

Baſe

[illegible]

[illegible] van alle de [illegible] der Drie-hoeken [illegible].

Overbrenging tot de Middag-lyn.

Dus weet men dan de langte der geer-dicte *Figuur*, zo als die door de Driehoeken gevormd is, en door derzelver aanengeſchakelde reeks verbeeld wordt. Maar dit is egter nog niet genoeg; dewyl 't een Boog is van den Middagcirkel, wiens maat men weeten wil, moet men deeze nu bekende langte van die *Figuur* tot de Middaglyn, welke door die plaats loopt, overbrengen. Dit heeft weinig moeite in, zo men ſlegts den Hoek kent, welken de langte der *Figuur* met

die

die Middaglyn maakt. Deze Hoek is gemakkelyk te vinden en op veelerlei wyzen. Men leidt denzelven af uit den Hoek, welken de zyde van den eerſten Driehoek maakt, met de Middaglyn van die Plaats, en men kan denzelven bewaarheden door middel van den Hoek, dien de zelfde Lyn maakt met de zyde van een der laatſte Driehoeken.

II. BYVOEGZEL.

Als men op deeze wyze de langte van een gedeelte der Middaglyn, of van een Boog des Middagcirkels langs de oppervlakte der Aarde ontdekt heeft en gemeeten, vindt men ook zonder moeite de langte van een geheelen Graad. Men heeft de langte van het gedeelte of van den Boog ſlegts te vergelyken met den Hoek, die door de twee Toppuntslynen, welke dien Boog tuſſchen zig bevatten, en door zyn beide uiteinden gaan, gevormd wordt. Is die Hoek juiſt van een Graad, de Boog van den gemeeten Middagcirkel zal ook een Boog zyn van een Graad: of, zo hy grooter of kleinder is, kan men naar maate van zyn meerder of minder grootte dan een Graad, en volgens de

Berekening van de langte voor yder Graad.

II. BYVOEGZEL.

evenredigheid, waar in hy tot denzelven ſtaat, uit de bekende langte van den gemeeten Boog ligtelyk opmaaken, hoe lang een geheele Graad van den Middagcirkel op die plaats wezen zal.

Wiskonſtige zekerheid en juiſtheid deezer Werking.

De juiſtheid en wettigheid van deeze gantſche Werking is geen Tegenſpraak onderworpen, en ſteunt op de Grondbeginzelen en Betoogingen der Wiskunde. *Drie* zaaken zyn 'er egter, die ze, ſchoon met dezelfde Meetkonſtige ſtriktheid niet beweezen, als bekende en onloochenbaare Waarheden veronderſtelt; naamelyk: 1. Dat overal, op alle plaatzen van den gantſchen Aardbodem, het Paslood, en yder vrye Draad, daar eenig Gewigt aan hangt, loodregt ſta op den Gezigteinder, en een regten Hoek met denzelven maake. 2. *Dat*, terwyl men bezig is met de hoogte der Star waar te neemen, om den Hoek tuſſchen derzelver Gezigtſtraal en de Toppuntslyn te vinden, en in al den Tyd, welke 'er tuſſchen die Waarneemingen verloopt, de Star geen andere beweeging hebbe, dan die van haar

ſchyn-

ſchynbaare Omwenteling rondsom de Aarde, of, zo ze 'er eenige andere heeft, dat dezelve bekend zy, en in rekening gebragt kan worden. 3. Dat de Aarde geen ongeſchikte, maar een regelmaatige gedaante hebbe, en alle derzelver Middagcirkels kromme lynen zyn, van de zelfde ſoort en form. Laat ons kortelyk eens de twyffelingen onderzoeken, die over deeze drie zaaken zouden kunnen vallen: dewyl in dezelve alles begreepen is, wat de Meetingen der Graaden van den Middagcirkel eenigzins onzeker en verdagt maaken zou kunnen, en de Leden der Akademie, die dezelve deeden, en 'er 't Beſluit over de waare gedaante der Aarde uit opmaakten, tegengeworpen worden. Want het zou ten uiterſten dwaas en ongerymd zyn, dat men veertig en meer Jaaren arbeids aan 't meeten der Graaden van den Middagcirkel te koſt leide, en naar 't een en 't ander eind der Wereld reisde, om dergelyke Afmeetingen te doen; indien die Meetingen, hoe naauwkeurig en omzigtig uitgevoerd, egter niet in ſtaat waren, om

II. BYVOEGZEL.

II. Ev-
volg-
zel.

ons de gedaante der Aarde en de juiſte maat van derzelver Graaden te leeren kennen. Het zal, derhalven, niet ongevoeglyk zyn, dat wy hier die drie zaaken of veronderſtellingen, één voor één, wat nader onderzoeken.

De Loodlyn ſtaat altyd loodregt op de oppervlakte der Aarde.

Dat een Loodlyn of Paslood overal en op alle plaatzen des Aardbodems regthoekig en loodregt ſtaa op de oppervlakte van 't Water, en bygevolg ook op het Vlak van den Gezigteinder, 't welk als in een enkel ſtip op yder plaats de oppervlakte van 't Water raakt, kan met geen den minſten ſchyn van reden in twyffel getrokken worden. Maar, zal men zeggen, is de oppervlakte van 't Water wel overal van de zelfde gedaante en form als de oppervlakte der Aarde, en aan dezelve in beloop en geſteltenis gelyk? *In 't algemeen althans ziet men zulks oogenſchynlyk plaats hebben.* De Zeekuſten hebben overal zoo weinig verhevenheid en hoogte boven het Zeewater, dat men de oppervlakte der Aarde gevoeglyk als even hoog kan aanmerken met de oppervlakte der Zee,

en

en als eene zelfde oppervlakte, die zig over Land en Water beide uitſtrekt. Maar zou 'er op de eene of andere plaats niet eenige ongelykheid en onregelmaatigheid kunnen zyn in die oppervlakte? Zou 'er niet een plaats kunnen zyn, alwaar het Paslood, ſchoon daar loodregt op de oppervlakte ſtaande, de zelfde neiging en ſtreeklyn niet hadde met opzigt tot de As der Aarde, welke het op een ander plaats, even ver van den Evenaar afgelegen, zou hebben? II. BYVOEGZEL.

Alle Starrekundige Waarneemingen leeren ons, dat een dergelyk geval geen plaats kan hebben. Het is wel waar, dat de misſlag, die daar door in 't neemen van de hoogte van 't Aspunt veroirzaakt zou worden, niet gemakkelyk zou te ontdekken zyn; maar dan zouden ook alle de *Evenaarsbreedten* der Starren, in die plaatzen waargenomen, verſchillen moeten van de Evenaarsbreedten, welke die zelfde Starren hadden op alle andere plaatzen: en de Waarneemingen der Starrekonſtenaars in verſcheide Landſtreeken, gelyk thans genoegzaam *Declinaiſons*

 over

[illegible]

de gantſche Wereld geſchiedt, gedaan, zouden in dit Stuk der Evenaarsbreedten met elkanderen geen de minſte overeenkomſt kunnen hebben. Maar 't is 'er wel ver van daan, dat iets dergelyks gebeuren zou. *In tegendeel* ziet men, dat naar maate de Starrekunde tot grooter volkomenheid gebragt wordt, die Evenaarsbreedten der *Starren*, op verſcheide plaatzen waargenomen, *hoe langer* hoe volmaakter en naauwkeuriger met elkanderen overeenſtemmen.

De Natuurkundigen, die de Zwaarte als het Uitwerkzel begrypen van de Aantrekkingskragt der Deelen, waar uit de Aardkloot beſtaat, ſtemmen toe, dat genoegzaam alle Gebergtens, die wy kennen, te klein van Lighaam zyn, dan dat de Aantrekkingskragt der Stoffe, die ze bevatten, met de Aantrekkingskragt van het gantſche Lighaam der Aarde zou kunnen vergeleeken worden, en derzelver Werking belemmeren. Men zou egter mogelyk Bergen ontmoeten kunnen, wier Aantrekkingskragt met 'er daad eenig Uitwerkzel zou kunnen voortbrengen,

gen, en in ſtaat zyn om de oppervlakte van 't Water en 't Paslood naar hen min of meer te doen overhellen. De Heer NEWTON heeft de Aantrekkingskragt, welke een Boog van 3 Mylen hoog en 6 breed bezitten zou, uitgerekend, en bevonden, dat dezelve, indien hy overal uit een *Gelykſlagtige* Stoffe en van dezelfde ſoort als die, waar uit de Aarde beſtaat, was zamengeſteld, een helling en afwyking t'hemwaarts van 2 Minuuten in 't Paslood zou veroirzaaken.

II. BYVOEGZEL.

Homogéne

Het geen de Heer NEWTON berekend hadt, ſchynt door eenige Waarneemingen van de Leden der Akademie, naar den Evenaar gezonden, met 'er daad geſtaafd en bekragtigd te worden. In de Nabuurſchap van een zeer zwaar Gebergte, *Chimboraſſo* genoemd, bevondt men door verſcheide Proefneemingen, dat de Loodlyn wezendlyk eenige helling en afwyking hadt naar den Berg; ſchoon dezelve wel juiſt zoo groot niet was, als zy volgens dergelyke berekeningen, als die van NEWTON, gehad moeſt hebben.

Doch

II. BYVOEGZEL. Doch hoewel al eens zulke yſſelyk zwaare Stofklompen eenige afwyking in de Loodlyn kunnen te weeg brengen, en daar door de Werkingen, die men tot het meeten van de graaden des Middagcirkels doet, belemmeren, de *Chimboraſſo's* egter zyn 'er zeldzaam. Ook behoeft men niet bekommerd te zyn, dat ze zig voor 't oog van den Waarneemer bedekt zullen houden, en men kan ze gemakkelyk daar laaten en voorbygaan, als men de plaatzen uitkieſt, daar men zyn Waarneemingen denkt te doen.

De Starren hebben geen onbekende en ongeregelde Beweeging. Laat ons nu tot het tweede Stuk en de byzondere Beweegingen overgaan, welke de Star mogelyk zou kunnen maaken in den tuſſchentyd, die 'er middelerwyl, dat men de Waarneemingen doet van derzelver Hoek met de Toppuntslynen, verloopt.

Deeze Beweegingen kunnen de Werking des Waarneemers geen de minſte belemmering en nadeel toebrengen, dan voor zoo ver ze onbekend zyn. Geen geregelde Beweeging, daar maat en rekening op valt, kan oirzaak zyn van eenigen misſlag. Van dien

dien aart, by voorbeeld, is de Beweeging, die men al over lang heeft opgemerkt, waar door yder vaſte Star zig in den tyd van 72 Jaaren een Graad, rondsom zeker vaſt punt aan den Hemel, voorwaarts ſchynt te beweegen. Men kent de hoeveelheid en maat dier Beweeging: men weet welk verſchil daar uit in den afſtand van yder Star van 't *Zenith* ontſtaan moet: en men is altyd in ſtaat om 'er in zyn berekening behoorlyk agt op te geeven, indien de tyd, tuſſchen de Waarneemingen verloopen, aanmerkelyk genoeg is, om 'er eenig verſchil, dat der moeite waardig zy, in te veroirzaaken. II. BYVOEGZEL.

Nog een andere ſchynbeweeging is 'er in de vaſte Starren, waar door yder van dezelve een ſoort van klein *Langrond* aan den Hemel ſchynt te beſchryven. De Heer BRADLEY is de eerſte, die ze ontdekt heeft. Deeze Beweeging geſchiedt zeer regelmaatig, en derzelver ſtelzel en aart wordt by Beſchouwing vry gemakkelyk opgemaakt; doch de Beſchouwing valt wat fyn en diepzinnig. Die ſchyn van beweeging *Ellipſe*

ont-

II. BYVOEGZEL.

meer dan 200 uitmaakten; zonder ooit gemerkt te hebben, dat een eenige van dezelven zig verder dan twee Sekonden van de ſtandplaats, daar ze wezen moeſt, verwyderde: een Afwyking, zoo gering, dat het altoos twyffelagtig zal blyven, of men dezelve aan de beweeging der Star of aan eenig gebrek en onvolmaaktheid in de Waarneeming zelve moet toeſchryven.

Indien de Starren, derhalven, boven de reeds gemelde nog eenige andere beweeging hebben, moet dezelve ongemeen traag zyn; en beweegingen van die traagheid zyn niet in ſtaat om eenigen merkelyken misſlag in 't meeten van de Graaden des Middagcirkels te veroirzaaken. Zoo veel tyd verloopt 'er niet tuſſchen de Waarneemingen, die men doet, om den Hoek van de Gezigtſtraal der Star met de Toppuntslynen aan 't een en 't ander eind van den Boog, dien men meeten wil, te bepaalen, dat men van dergelyke beweegingen in dien tuſſchentyd eenige de minſte verandering te dugten heeft.

De Aar- Ik kome eindelyk tot het derde en laatſte

ſte Stuk, en de Vraag; of de Aarde een regelmaatige gedaante hebbe, dan of zy een ongeregeld en wanſchapen lighaam zy, gebult, ingezakt, hier hoog, daar laag, zonder eenige ſoort van eenpaarigheid en regelmaat? Vraagt iemand zulks in ernſt, en denkt hy die Vraag door de regelmaatigheid der gedaante, welke hem de ſchaduw der Aarde in de Maansverduiſteringen doet zien, en door het evenwigt van 't Water, dat overal de Aarde rondsom beſpoelt of bedekt, niet genoegzaam beantwoord; men zal hem waarlyk moeten toeſtaan, dat, indien de Aarde zoo onregelmaatig is van Gedaante, alle de Afmeetingen, die'er tot nog toe van gedaan, alle arbeid en koſten, die 'er aan verſpild zyn, ons haar waare Gedaante niet zullen leeren kennen. Doch dan moet men ook teffens toeſtaan, dat het met de gantſche *Aardryksbeſchryving* en Zeevaart te eenemaal is omgekomen, en dat men in die Weetenſchappen naar geen Regels meer te zoeken, geen Wetten meer te ſtaaven en

II. BYVOEGZEL. de is niet ongelykvormig en ongeſchikt van Gedaante.

Geographie

II. BYVOEGZEL.

voor te ſchryven heeft. Maar ondertuſſchen weet men, dat de Stuurman zyn Schip brengt daar hy 'er meê wezen wil, en dat hy 'er zoo veel veiliger komt en met zoo veel minder gevaar en misrekening, naar maate dat hy de Regels en Wetten van zyn Konſt naauwkeuriger en getrouwer in agt neemt.

Meeting der Ouden.

Laaten wy derhalven, zonder ons verder met dergelyke Tegenwerpingen op te houden, nu, na 't verklaaren van de wyze der Meeting en 't ſtaaven van derzelver juiſtheid en gegrondheid, tot de daadelyke Meetingen van de Graaden des Middagcirkels overgaan. Ik zal hier geen breedvoerig gewag maaken van vroege en laatere Proeven, ter bepaaling van de grootte der Aarde, in voorleeden Eeuwen genomen. De Naamen van een ARISTOTELES, een ERATOSTHENES, een HIPPARCHUS, een POSSIDONIUS, en al die andere groote Mannen, welke deeze Meeting ondernamen, kunnen alleen dienen, om ons te doen zien, van hoe veel

be-

belang en nuttigheid men dezelve ten allen tyde geoordeeld heeft (*). Doch de Maaten, die ze ons nalieten, verſchillen te veel van malkanderen, dan dat men 'er behoorlyk ſtaat op zou kunnen maaken. Dat Verſchil, 't is waar, moet wel ten grootſten deele toegeſchreeven worden aan de onzekerheid, waar in wy ons thans bevinden, om de Maat van de waare Langte der Mylen en Stadiën, daar die Schryvers zig van bedienden, te bepaalen; maar deeze zelfde onzekerheid is een reden te meer, die ons hunne Afmeetingen nutteloos maakt. In weerwil van de kundigheid en bekwaamheden dier groote Mannen, in weerwil van de aangelegenheid van 't Stuk zelf, waren hunne Onderneemingen dikwils zoo ongelukkig, II. BYVOEGZEL.

(*) De Nederduitſche Leezer zie over deeze Meetingen der Ouden, de Wegen, die ze toen ten dien einde inſloegen, en de Uitkomſten hunner Berekeningen; den Heer LULOFS *Nat. en Wisk. Beſchouwing des Aardkloots*, van § 41 tot 45. Gelyk over de Meetingen en Uitrekening van de grootte der Graaden door de *Arabieren*, § 46.

II. BYVOEGZEL.

kig, dat omtrent het midden der voorgaande Eeuw SNELLIUS en RICCIOLI op de langte, die ze aan een Graad gaven, nog 7550 *Toiſes*, dat is, meer dan ⅛ op den ganſchen omtrek der Aarde, van elkanderen verſchilden.

Maat van SNELLIUS,

Deeze SNELLIUS, onze beroemde Landsgenoot, ſchynt de eerſte geweeſt te zyn, die den regten weg tot het meeten der Graaden van den Middagcirkel inſloeg. Hy ging te werk genoegzaam volgens die zelfde handelwys, welke wy beſchreeven hebben, en die thans als de zekerſte en naauwkeurigſte in 't algemeen gevolgd wordt. Het Verſchil der Aspuntshoogte te *Alkmaar* en te *Bergen op Zoom* gaf hem de grootte van den Boog, die tuſſchen die twee Steden begreepen wierdt. Door behulp der Torens van verſcheide Steden, *Breda*, *Dordregt*, *Gouda*, *Haag*, *Amſterdam* &c., vormde hy zig een reeks van Driehoeken, die zig van het eene uiterſte van dien Boog tot aan 't ander uitſtrekten. Een vlak Veld, van ruim 326 Roeden, tuſſchen *Leiden* en *Zoeterwou-*

de

de gelegen, was zyn *Grondlyn*. Deeze Maat verbeterde hy naderhand in den Winter van 't Jaar 1622, toen de Landen rondsom *Leiden*, onder water leggende, door den Vorſt tot een effen en gelyke Vlakte gemaakt waren. Door deeze naauwkeuriger Meeting vondt hy een eenigzins verſchillenden Afſtand van de Torens van *Leiden* en *Zoeterwoude*, welken hy tot de groote Grondlyn van zyn reeks Driehoeken gebruikt hadde. Doch de langwylige en verdrietige arbeid, die 'er aan vaſt was, ſchynt hem afgeſchrikt te hebben, om dezelve volgens zyn verbeterde Maat op nieuws te berekenen. Hy hadt voorheen met zyn eerſte Meeting den Graad des Middagcirkels in *Holland* bepaald op 28500 Rynlandſche Roeden (*), of 55021 *Franſche Toiſes*. II. BYVOEGZEL. *Baſe*

De gebrekkelykheid der Werktuigen, daar hy zig van bediende, als welke op dien tyd nog op verre na tot dien trap van volmaaktheid Door den Heer MUSSCHENBROEK verbeterd.

(*) Zie hier over breeder den Heer LULOFS N. en W. Beſchouwing des Aardkloots. §. 49. 50.

II. BYVOEGZEL.

heid en verbaazende naauwkeurigheid, daar ze zedert toe gebragt zyn, niet gekomen waren, hadt SNELLIUS verſcheide misſlagen doen begaan. Met een gemeen *Kwadrant*, van 2½ voeten ſtraals, zonder Verrekyker, de grootte der Hoeken neemende, mat hy zommigen van dezelve kwalyk. Zyne Uitrekeningen, door 't eindeloos Vermenigvuldigen en Deelen, dewyl de *Logarithmen* toen nog niet in gebruik waren, ongemeen laſtig geworden, hadden ook zomtyds haare feilen. Deeze feilen en misſlagen, van welke SNELLIUS zelf nog zommigen naderhand verbeterde, zyn zedert door den Heer P. VAN MUSSCHENBROEK weggenomen, en de gantſche Meeting wat naauwkeuriger onderzogt en nagegaan. Volgens de tweede en netter bepaalde Maat der Grondlyn, en na de noodige Verbeteringen der Hoeken, bevondt die Heer, dat de Graad des Middagcirkels 29514 Roeden, 2 Voet, en 3 Duim Rynlands of $57060\frac{367}{1000}$ *Franſche Toiſes* bedraagen zou. Doch dewyl 'er over de juiſte Aspuntshoogte der twee

Ste-

Steden, *Alkmaar* en *Bergen op Zoom*, eenige twyffelingen vallen, die nog niet beſliſt ſchynen, heeft deeze Meeting van SNELLIUS dien trap van naauwkeurigheid niet, die 'er thans in vereiſcht zou worden. II. BYVOEGZEL.

De *Engelſche* Wiskonſtenaar NORWOOD hadt in de Jaaren 1633 en 1635, by den Zomerſchen *Zonneſtand*, derzelver hoogte te *Londen* en *York* met een *Cirkelſnyder* van meer dan 5 voeten ſtraals waargenomen. Uit het Verſchil dier Hoogte in de eene en de andere Stad zag hy de Graaden van den Boog, welke tuſſchen die twee Steden begreepen wierdt. Hy mat denzelven naauwkeurig, met een Landmeeters Ketting, op alle krommens der Wegen, en op 't ryzen en daalen van den Grond, zorgvuldig agt geevende, en bepaalde den Graad des Middagcirkels, op die Breedte, op 57300 *Toiſes*. Maat van NORWOOD. *Solſtice* *Sectour*

In *Italiën* wendde Vader RICCIOLI tot de zelfde Onderneeming veel moeite aan, en ſloeg ten dien einde verſcheide wegen in. Door de Waarneeming der Hoogte van verſcheide vaſte Starren, als zy door den Top- Maat van RICCIOLI.

II. BYVOEGZEL. puntscirkel gingen van twee plaatzen, wier onderlinge afſtand gemeeten en bekend was, het *Zeniths* verſchil van die twee plaatzen ontdekt hebbende, bevondt hy, onder anderen, dat de langte van een Graad des Middagcirkels, in die Geweſten, gelyk was aan 63159 *Bolonneeſche* Schreeden: 't welk op 61478 *Franſche Toiſes* uitkomt (*). Door een andere zoort van Werking, en 't *waarneemen* van 't ryzen en daalen van den Gezigteinder, met betrekking tot zekere bekende en gemeeten Hoogten, Bergen of Torens, moeſt een dergelyke Graad 64362 *Bolonneeſche* Schreeden of 62650 *Toiſes* bedraagen. Deeze en andere Maaten van RICCIOLI kwamen te weinig met elkanderen overeen, en verſchilden te veel van die van zyne Voorgangers, dan dat men op al die Afmeetingen eenigen zekeren ſtaat maaken kon. *De waare* langte der Graaden bleef twyffelagtig, en men bepaalde ze, als van ouds, by giſſing.

Maat van PICARD. Om deeze onzekerheden weg te neemen, en

(*) De *Bolonneeſche* Schrede ſtaat naamelyk tot de *Franſche Toiſe* als 841 tot 864.

en ter bevordering van 't nut der Aardryks-beſchryving en Zeevaart een naauwkeuriger en gegronder Kennis op te maaken van de grootte des Aardkloots, werdt, op order van *Lodewyk* den XIV, de Heer PICARD in 't Jaar 1669 tot het doen der Afmeetingen verkooren. Door den Hoek der Toppuntslynen van *Malvoiſine*, ten Zuiden van *Parys* gelegen, en van *Amiens*, den Boog van 1 Graad, 22 Minuuten en 55 Sekonden, welken die twee plaatzen tuſſchen zig beſlooten, ontdekt hebbende, mat hy denzelven door middel van een reeks Driehoeken, ter wederzyden uit de gevoeglykſte en zigtbaarſte plaatzen gevormd. De Grondlyn, daar hy met de Roede de daadelyke Maat van nam, was zekere Vlakte, tusſchen *Villejuif* en *Juviſi*, aan 't zuidelyk gedeelte van zyn Boog, ter langte van 5663 *Toiſes*, en bewaarhede vervolgens zyne Driehoeken door 't meeten eener dergelyke Grondlyn by *Montdidier*, niet ver van *Amiens*, aan 't Noordeind van den Boog. Volgens de uitkomſt zyner berekeningen II. BYVOEGZEL.

II. BYVOEGZEL.

moeſt een graad des Middagcirkels, op die plaats, 57060 *Toiſes* bedraagen. Door de Meeting van een zoo kundig en oplettend Waarneemer ſcheen nu de zaak genoegzaam afgedaan, en de waare langte der Graaden, en daar door de ganſche omtrek en grootte des Aardkloots bepaald.

Nieuwe Meetingen.

De Heer RICHER, niet lang daar na uit *Cayenne* te rug gekomen, bragt, door zyn ontdekking van de vertraaging des Slingers, de Natuurkundigen op nieuws in twyffel. Was de Aarde, gelyk uit deeze Proefneeming bleek, niet volmaakt klootrond, maar verhevener onder den Evenaar en by de Aspunten platter, daar moeſt verſchil zyn in de langte der Graaden, dat dezelve op de eene plaats van den omtrek langer op de andere korter maakte. Zoo lang men derhalven de eigentlyke gedaante der Aarde nog niet wiſt, kon men uit één enkelen Graad over alle andere en de grootte des ganſchen Aardbols geen beſluit maaken; en de Maat van den Heer *Picard* was alleen maar goed voor dien Graad, dien hy gemeeten hadt. Uit zoo klein

klein een ſtuk van de Middaglyn was het beloop van derzelver kromte niet te zien. Men moeſt 'er Boogen toe hebben van grooter uitgeſtrektheid, en verſcheiden Graaden van den Middagcirkel meeten, om uit vergelyking van elks byzondere langte, en derzelver verſchil, den aart dier kromme Lyn, de grootte van elken Graad op yder plaats, en dus de waare vorm van 't ganſche Lighaam der Aarde, te ontdekken. II. BYVOEGZEL.

Op aanpryzing van den beroemden *Colbert*, begunſtiger en voorſtander van alle Konſten en Weetenſchappen, en op dien tyd Beſchermheer der Akademie, gaf *Lodewyk* XIV. laſt, om de geheele Middaglyn van *Frankryk*, die, over de *Starratoren* van *Parys* loopende, het ganſche Ryk van deszelfs Noordergrenzen tot het Zuiden doorſnydt, te bepaalen en af te meeten. De Heeren *Caſſini*, dien men inzonderheid dit werk aanbeval, verdeelden die Middaglyn in twee Boogen, den eenen Noordwaarts van *Parys* tot *Duinkerken*, den anderen Zuidwaarts, van *Parys* tot op de hoogte van *Collioure* aan de Middellandſche Maat van CASSINI. *Obſervatoire*

Zee.

II. BY-VOEGZEL. Zee. Door middel van de Toppuntslynen dier plaatzen en van een Star in den Draak voor den eerſten, van den Bok voor den tweeden Boog, maten zy derzelver Graaden, die van *Parys* tot *Duinkerken* 2 Gr. 12 Min. 15 Sek. 30 Tert., tot *Collioure* 6 Gr. 18 Min. 56 Sek. 20 Tertiën, en dus met malkanderen een Boog van 8 Gr. 31 Min. 11⅚ Sek. bedroegen. Zy vormden zig, door behulp van Torens, *hoogten* of opgeregte Bakens, een reeks van Driehoeken, van welke 'er, behalven verſcheiden andere van minderen rang tot behulp of ſtaaving der eerſte, 29 van *Parys* ten Noorden, 48 ten Zuiden liepen. Dewyl de *Figuur*, die 'er uit ontſtondt, zomtyds over hooge Landen of Gebergten ging, en de oppervlakte der Aarde, op zulke plaatzen, als verhevener dan het Waterpas, en verder van 't Middelpunt verwyderd, een ruimer en langer Boog maakte, bragten zy, door 't meeten dier hoogten en 't waarneemen van den Hoek van derzelver verheffing, alles tot ééne en de zelfde oppervlakte, en bepaalden de langte der *Figuur*, gelyk zy ze zou gehad hebben,

in-

indien ze geheel op het Waterpas der Zee gemaakt geweeſt ware. Tot hun Grondlynen gebruikten zy die twee, welke *Picard* voorheen gemeeten hadt, by *Parys* en *Amiens*, en maten, tot het bewaarheden der Driehoeken aan 't Noordergedeelte van de Middaglyn, langs het Zeeſtrand by *Duinkerken* een Lyn van 5564 *Toiſes*, gelyk aan 't Zuidereind by *Perpignan* een dergelyke Lyn langs Strand van 7246 *Toiſes*. Na dat zy de nu bekende langte der *Figuur* tot de Middaglyn hadden overgebragt, vonden zy in derzelver Noordergedeelte tuſſchen *Parys* en *Duinkerken* voor een Graad van den Middagcirkel 56960, en 57097 *Toiſes* voor een Graad van 't Zuider deel tuſſchen *Parys* en *Collioure* (*). II. BYVOEGZEL.

Het Voordeel, 't welk deeze Meeting van CASSINI hadt boven die van PICARD, beſtondt inzonderheid daar in, dat zy gelegenheid gaf om twee Boogen van denzelfden Middaglyn, den eenen ten Noorden, den an- Ongelykheid der Graaden ontdekt.

(*) CASSINI, *La Grandeur & la Figure de la Terre.* Part. II. Chap. 9.

II. Byvoegzel.

anderen ten Zuiden, met elkander te vergelyken. Indien 'er, gelyk de Heeren Newton en Huygens beweerden, eenig verſchil en ongelykheid plaats had tuſſchen de Graaden, moeſt 'er die ongelykheid door ontdekt worden, en dezelve zig zoo veel te zigtbaarder openbaaren, naar maate dat 'er meer van die Graaden gemeeten waren, en daar door hun onderling verſchil te aanmerkelyker wierde.

Die naar de Aspunten afneemen.

Dat verſchil en ongelykheid der Graaden werdt ook ontdekt. Dog de Rekening viel geheel anders uit dan men verwagtte. In plaats van een Aarde, verhevener onder den Evenaar en by de Aspunten platter, dat is van een Knolronde gedaante, gaf zy een Eironde vorm, platter onder den Evenaar en verlangd aan de Aspunten. De Graad van den *Middagcirkel* ten Noorden werdt niet alleen kleinder bevonden dan die, welke Zuidwaarts liep; maar zelfs ook kleinder dan hem Picard bepaald hadde, waar uit volgen moeſt, dat de As der Aarde langer was dan haare Middellyn onder den Evenaar.

De

II. BYVOEGZEL. De Aarde langwerpig of Eirond.

De Heer Cassini in 't jaar 1718 een verhaal in 't ligt geevende van zyn Behandeling en Meetingen, beſloot 'er uit, niet alleen dat de Aarde Eirond en aan de Aspunten verlangd was, maar bepaalde ook zelfs de maat en hoeveelheid dier verlanging, en alle de *Afmeetingen*, welke een Lighaam van dien *Dimenſions* aart en vorm eigen waren. De Aardkloot was volgens zyn berekening van gedaante als een *langwerpig Bolrond*, onder den Evenaar *Ellipſoïde* platter, en verlangd naar de Aspunten; welks Middellyn onder den Evenaar 6510796, en wiens As 6579368 *Toiſes* bedroeg. Deeze Meetingen, op verſcheiden tyden en plaatzen, met verſchillende werktuigen, en langs verſchillende wegen herhaald, hadden altyd de zelſde uitkomſt. Hun maatneemingen, zedert in de jaaren 1733, 1734 en 1736 gedaan, beveſtigden het voorig beſluit, dat de Graaden van den Evenaar naar de Aspunten toe afnamen en kleinder wierden, en de Aarde derhalven Langwerpig Bolrond en verlangd was aan de Aspunten.

Aart der Graaden,

Indien de Maat wel genomen was, was dit be-

II. BYVOEGSEL.

beſluit gegrond. De Afneemende Graaden des Middagcirkels, dat is, Graaden, die van den Evenaar af naar de Aspunten toe allenskens kleinder worden, zyn een teken dat de Aarde Langwerpig of Eirond van gedaante is, platter onder den Evenaar en verhevener of verlangd aan de Aspunten: wasſende Graaden in tegendeel, die van den Evenaar af naar de Aspunten toe *allenskens* grooter worden, zyn een teken van een Knolronde Aarde, ronder by den Evenaar, en aan haar Aspunten plattig. Laat ons dit kortelyk een weinig ophelderen.

By een Klootronde Aarde.

Indien de Aarde volmaakt Klootrond, en bygevolg alle haare Middagcirkels volkomen ronde Cirkels waren, begrypt men ligtelyk, dat de Graaden van den Middagcirkel alle even groot en malkanderen ten vollen gelyk zouden zyn; want de 360 deelen of Graaden daar een Cirkel uit beſtaat zyn altemaal Boogen van de zelfde grootte. Alle de Toppuntslynen van den Middagcirkel, loodregt op deszelfs omtrek, dat is de oppervlakte der Aarde, vallende, zouden dan

za-

zamenloopen in één enkel punt, het welk het Middelpunt zyn zou van dien Middagcirkel, en teffens het Middelpunt des Aardkloots.

II. BYVOEGZEL.

Maar indien de Aarde niet Klootrond, en derzelver Middagcirkel een kromme Lyn is van een anderen aart en Langrond van gedaante, heeft zulks geen plaats. Verbeelden we ons die Toppuntslynen, loodregt op de oppervlakte van dat Langrond getrokken, verlangd tot binnen in het Langrond zelf, en dat daar yder van dezelve met haar naaſte Toppuntslyn een hoek maakt van éénen Graad; die Toppuntslynen zullen niet in een enkel punt alle malkanderen ontmoeten, en de Boogen die ze twee aan twee tuſſchen elkaar afſnyden en bevatten, zullen niet meer even groot en van ééne langte zyn. Op die plaats, daar de Middagcirkel het kromſt loopt en ſterkſt geboogen is, gelyk aan de uiteinden van de grootſte As van 't Langrond, zal het punt des Zamenloops, daar de twee naaſte Toppuntslynen elkanderen ontmoeten, nader aan de oppervlakte zyn en zoo diep niet

By een Langronde.

II. BYVOEGZEL.

in de Aarde ſchieten: het ſtuk van den Middagcirkel, dat die twee Toppuntslynen tuſſchen zig begrypen, zal kleinder zyn, dan op die plaats, daar de Middagcirkel minder kromte heeft en platter is, gelyk aan de uiteinden van de kleinſte As van 't Langrond.

Afneemende Graaden geeven een verlangden, waſſende een geplatten Aardbol.

Deezen Middagcirkel nu der *Aarde* kan men, even gelyk alle andere kromme Lynen van welke form zy ook wezen mogen, aanmerken als zamengeſteld uit een aan elkander gekoppelde reeks van kleine Cirkelboogjes, yder van één Graad, wier Middelpunten in de ſtippen zyn, daar yder paar Toppuntslynen ſamenloopt, en wier halve Middellynen die gedeeltens zyn van dezelfde Toppuntslynen, welke van die ſtippen tot aan de oppervlakte der Aarde loopen. Nu zal men ligtelyk zien, dat op die plaatzen, daar de halve Middellynen van die Cirkelboogjes het kleinſt zyn, ook die Boogjes, van welke yder één Graad van den Middagcirkel uitmaakt, het kleinſt zullen vallen, en dat in tegendeel overal, daar de halve Middellynen

der

der Boogjes grooter zyn, ook de Boogjes zel- ve, of de Graaden van den Middagcirkel, grooter zyn zullen. Hier uit begrypt men van zelf, dat de twee uiteinden van de grootſte As van 't Langrond, alwaar de Middelpunten der Boogjes of zamenloop-ſtippen van yder paar Toppuntslynen het naaſt aan de oppervlakte der Aarde blyven, de plaatzen moeten zyn, daar de halve Middellynen van die Boogjes het kortſt, en bygevolg de Graaden, altyd aan hun halve Middellynen evenredig, het kleinſt vallen; en dat het in tegendeel op 't midden van 't Langrond, even ver af van beide einden wezen moet, daar de halve Middellynen dier Boogjes, als dieper in de Aarde ſchietende, langſt, en by gevolg de Graaden des Middagcirkels grootſt zyn. II. BYVOEGZEL.

Indien de Graaden derhalven van de Middagcirkels der Aarde van den Evenaar af naar de Aspunten toe afneemen en allenskens kleinder worden, zo moet men de twee uiteinden van de grootſte As van 't Langrond by de Aspunten zoeken, en de Aarde heeft een

II. BY-VOEGSEL. langwerpige of Eyronde gedaante, plattig onder den Evenaar. Maar indien de Graaden van die Middagcirkels, van den Evenaar af, naar de Aspunten toe, aanwaſſen en allenskens grooter worden, zo heeft men de grootſte As onder den Evenaar, terwyl de kleine van Aspunt tot Aspunt loopt: dat is, de Aarde heeft een Knolronde gedaante, onder den Evenaar verhevener, en plattig by de *As*-punten.

Nadere Meetingen. Dit Denkbeeld van een langwerpig ronden en verlangden Aardbol, dat uit de Maat volgde van CASSINI, mogt den Wiskonſtenaars vreemd voorkomen; daadelyke Meetingen ſcheenen overtuigbaarder bewys dan enkele redeneeringen, die op Beſpiegelingen ruſtende altyd twyffel overlieten, of men wel alles wat 'er by vereiſcht werdt opgemerkt, en de ganſche zaak van alle kanten ingezien had. Te regtdraats en duidely[k] ſcheen egter zulk eene gedaante tegen de on[t]dekkingen van RICHER en de wetten der W[ee]rweegkunde te ſtryden, om 'er ten voll[e] in te beruſten. De Koninklyke Akadem[ie]

der Weetenſchappen oordeelde dit geſchil van zoo groot een gewigt, dat op haar verzoek *Lodewyk* de XV. bevel gaf, dat zig twee Benden van Wiskonſtenaars, de eene naar den Evenaar, de andere naar den Aspuntkring begeeven zou, om, door 't meeten van zoo ver van elkander gelegene Boogen des Middagcirkels, een beſliſſender Proef te neemen, en de grootte der Graaden, derzelver verſchil, en daar door, ware 't mogelyk, de waare gedaante des Aardkloots te bepaalen. — II. BYVOEGZEL.

Terwyl de Heeren GODIN, BOUGUER en DE LA CONDAMINE zig in *Peru* bevonden, vertrokken, in 't jaar 1736, de Heeren MAUPERTUIS, CLAIRAUT, CAMUS, LE MONNIER, en OUTHIER, by wien CELSIUS, Hoogleeraar der Starrekunde te *Upſal*, zig voegde, naar *Lapland*, om daar zoo digt onder 't Noorder Aspunt, als mogelyk was, de Maat van een Graad des Middagcirkels te neemen. Van *Tornea*, een Stad boven in de Bogt van den *Botniſchen* Zeeboezem, op de Breedte van 65 Gr. 50 Min. 50 Sek. gelegen, zetten zy hunne — Maat van MAUPERTUIS.

 Drie-

II. BY-VOEG-ZEL.

Driehoeken door de *Laplandſche* Wilderniſſen tot voorby den Noorden Aspuntkring voort, en vormden zig ter wederzyden een reeks van dezelven, door middel van Bergen en de daar op opgerigte Bakens van geknotte Denneboomen, tot aan *Kittis*, een gebergte op 66 Gr. 48 Min. 30 Sek. Breedte. De Grondlyn, daar zy, in twee Gezelſchappen verdeeld, yder afzonderlyk met Meetſtokken van 30 Voet de Maat van namen, was de Rivier van *Tornea*, op welke, tot glad ys bevrooren, zy een Lyn maten van 7406 *Toiſes* 5 Voeten en 2 Duimen. Met een keurlyken *Cirkelſnyder* van 5½ Graaden Boogs en 9 Voeten ſtraals, met Verrekyker en Kleinmeeter voorzien, door den beroemden Konſtenaar *Graham* te *Londen* vervaardigd, maten zy de grootte van den Boog des Middagcirkels, tuſſchen *Tornea* en *Kittis* begreepen. Uit tweederley Waarneemingen van twee onderſcheiden Starren in den Draak, het middelgetal van 't verſchil van omtrent 3½ Sekonde neemende, bepaalden zy denzelven op 57 Min. 28$\frac{67}{100}$ Sek. Na hun *Figuur* tot

Secteur

het

het Waterpas gebragt en, derzelver Stand met den loop des Middagcirkels vergeleeken te hebben, bepaalden zy den Graad van den Middagcirkel, daar hy den Noorder Aspuntkring doorſnydt, op een lengte van 57438 *Toiſes*. II. Byvoegzel.

Die Heeren in 't jaar 1737 in *Frankryk* te rug gekomen, en zig met regt vleijende van met beter Werktuigen voorzien te zyn, dan die waar van de Heer PICARD zig bediende, ondernamen deszelfs maat te verbeteren. Zig op zyn Grondlynen en Driehoeken verlaatende, namen ze dat gedeelte van zynen Boog 't welk zig van *Parys* af tot *Amiens* toe uitſtrekte, en hermaaten het met den berugten Cirkelſnyder van *Graham*. Door middel van eene Star in Perſeus, en van een andere in den Draak besloten zy, na verſcheiden Waarneemingen, dat die Boog des Middagcirkels, tuſſchen *Parys* en *Amiens* begreepen, 1 Gr. 1 Min. en 12 Sek. bedroeg. Dit gaf een grooter lengte voor dien Boog dan PICARD gerekend hadt. De eerſte Graad des Middagcirkels, ten Noorden van *Parys*, was

Maat van PICARD verbeterd.

II. BYVOEGZEL.

van $57183\frac{1}{5}$ *Toiſes*; of volgens de nadere verbeteringen teſſens van PICARDS Hoeken en Grondlynen door CASSINI de THURY, $57074\frac{2}{5}$ *Toiſes*.

Geplatte en Knolronde Aarde.

Uit vergelyking deezer Meetingen bleek nu, dat de Graaden naar de Aspunten der Aarde toe aanwieſſen en grooter wierden. De Graad des Middagcirkels onder den Aspuntkring begreep niet alleen merkelyk meêr *Toiſes* dan die van PICARD of van CASSINI in *Frankryk*, maar was ook byna 1000 *Toiſes* langer, dan hy volgens de rekening van CASSINI en de Lyſt, die deeze Heer van de Graaden op allerhande Breedten uitgaf, zou moeten geweeſt zyn. Dit maakte de Aarde van een Knolronde gedaante, wier As $\frac{1}{171}$ korter was dan haar Middellyn. Die As des Aardkloots rekende de Heer MAUPERTUIS op 6525600, de Middellyn onder den Evenaar op 6562480 *Toiſes*.

Maat van CASSINI verbeterd.

Eerlang ontdekte men ook de Miſſlagen, welke de gebrekkelykheid der Werktuigen den Heer CASSINI hadt doen begaan, en hem de Aarde een regt ſtrydige gedaante toeſchry-

ſchryven. De Heer CASSINI DE THURY naamelyk, nu van keurlyker Werktuigen voorzien en op verſcheiden zaaken, die voorheen nog niet opgemerkt waren, behoorlyk agt geevende, ging in 't jaar 1740, met zommigen van zyn Kunſtgenooten, alle de Afmeetingen, voorheen in Frankryk gedaan, naauwkeurig na. Behalven verſcheiden misſlagen in de Grondlynen en Hoeken van PICARD en bygevolg in zyne Driehoeks Rekening en die van CASSINI, waar op de Heer MAUPERTUIS zig verlaaten had; vondt hy een merkelyk verſchil in de grootte der Boogen. Dien tuſſchen *Parys* en *Duinkerken*, welke voorheen op 2 Gr. 12 Min. 15 Sek. 30 Tert. geſteld was, bepaalde hy volgens het Middelgetal van menigvuldige weinig van één verſchillende Waarneemingen, op 2 Gr. 11 Min. 50 Sek. 17 Tert. De Boog tuſſchen *Parys* en *Collioure*, die voorheen 6 Gr. 18 Min. 56 Sek. 20 Tert. bedroeg, wierdt nu 6 Gr. 8 Min. 9 Sek. 37 Tert. groot bevonden. Dit gaf een geweldige verandering in de Maat der Graaden van den Middagcir- II. BYVOEGZEL.

N. BY-VOEG-SEL.

kel. Een Graad begreep nu, op den afſtand van 50 Graaden van den Evenaar, 57084 *Toiſes*, van 48 Graaden 57071, op de Breedte van 45½, 57040 en van 43½ Graaden 57048½ *Toiſes*. Niet tegenſtaande dit laatſte getal, door 't een of 't ander onvermydelyk gebrek in de Waarneeming tuſſchen *Rhodes* en *Perpignan*, ongeregeld zy, ziet men egter duidelyk uit de voorgaande getallen, en uit derzelver vergelyking zelfs ook met dit laatſte, dat de Graaden des Middagcirkels, van den Evenaar af naar de Aspunten toe gerekend, allenskens aangroeien in langte, en dat de Aardbol derhalven, volgens deeze verbeterde Maat van CASSINI zoo wel als volgens die van MAUPERTUIS, een geplatte of Knolronde gedaante krygt (†).

Maat van DE LA CONDAMINE.

Ondertuſſchen waren reeds in 't jaar 1735 de Heeren GODIN, BOUGUER, DE LA CONDAMINE, DE JUSSIEU en COUPLET, benevens eenige andere, naar *Peru* vertrokken, om digt by den Evenaar een Graad des Middag-

(†) LULOFS *Nat. en Wisk. Beſchouwing des Aardkloots.* § 24.

dagcirkels te meeten. DON GEORGE JUAN, en DON ANTOINE D'ULLOA, Spanjaards, voegden 'er zig op order des Konings van *Spanjen* by. Midden in 't Gebergte der *Andes*, tuſſchen twee Ketenen van Hemelhooge Bergen, die, byna Evenwydig, het grootſte gedeelte van Zuid Amerika Zuid en Noordwaarts doorloopen, legt, meer dan 1450 *Toiſes* hoog boven 't Vlak der Zee, de vermaakelyke Valei van *Quito*, grafplaats van den ongelukkigen *Atabualpa*, laatſten onafhankelyken Vorſt van *Peru*, uit het geſlagt der *Inca's*. Deeze Vlakte, tuſſchen de 5 en 6 mylen breed, verkooren zy tot het Veld hunner meetingen. Met ongelooffelyken arbeid rigten zy ter weêrzyden op de Gebergten hunne Bakens op, daar ze zig tot het vormen van hun reeks van 32 Hoofdriehoeken, benevens verſcheiden van minderen rang tot derzelver beveſtiging, van bedienden. Dezelve namen een weinig ten Noorden van den Evenaar hun aanvang, en beſloegen, Zuidwaarts aan, een langte van 80 kleine *Franſche* Mylen of ruim 60 uuren. Twee Grond-

II. BYVOEGZEL.

II. BYVOEGZEL.

Grondlynen, welke ze in twee Benden verdeeld yder afzonderlyk met Meetſtokken maten, hadden ze uitgezogt, de eene niet ver van *Quito* in de Vlakte van *Tarouqui* aan 't Noordeind hunner Driehoeken, de andere aan derzelver Zuidelykſt gedeelte in de Vlakte van *Tarqui*, 5 Mylen ten Zuiden van *Cuenca*. De eerſte wierdt 6273 de tweede 5259 *Toiſes* groot bevonden. Na menigvuldige en telkens met de uiterſte zorgvuldigheid herhaalde Waarneemingen bepaalden zy, door middel inzonderheid van zekere Star in *Oriön*, de grootte van den Boog des Middagcirkels tuſſchen *Tarqui* en *Cotchisqui*, hun Waarneemingsplaatzen aan de uiteinden van hun reeks begreepen, op 3 Gr. 7 Min. 1 Sek. Volgens de berekeningen van den Heer DE LA CONDAMINE; het juiſte middelgetal tuſſchen die van den Heer GODIN, welke 3 *Toiſes* minder, en die van den Heer BOUGUER, welke 3 *Toiſes* meer bedroegen, hadt een Graad des Middagcirkels onder den Evenaar langs de oppervlakte der Aarde op 't Waterpas der Zee, de langte van 56750 *Toiſes*.

Dee-

Deeze Maat van een Graad des Middagcirkels onder den Evenaar, 300 *Toiſes* kleinder dan die van *Frankryk*, en by de 700 kleinder, dan een Graad onder den Aspuntkring, wees zigtbaar aan, hoe de Graaden des Middagcirkels van den Evenaar af naar de Aspunten toe allenskens aanwieſſen en grooter wierden, en ſtaafden daar door onweerſpreekelyk de geplatte en Knolronde gedaante der Aarde.

II. BYVOEGZEL. Knolronde gedaante der Aarde beweezen.

De juiſte Maat egter en hoeveelheid dier Platting komt den Heer DE LA CONDAMINE nog niet beweezen voor. De Evenredigheid tuſſchen de As der Aarde en derzelver Middellyn ſtelde de Heer MAUPERTUIS, gelyk we voorheen gezien hebben, als 177 tot 178: maar behalven den nodigen aftrek van naby eene Sekonde voor de Straalbuiging, die zyn maat 16 *Toiſes* korter maakt, en voor den Graad onder den Aspuntkring in plaats van 57438 *Toiſes* 57422 geeft: ſteunde die Evenredigheids berekening op de gebrekkelyke Hoek- en Grondlynmeeting van PICARD, die den Heer MAUPERTUIS

Maat der Platting onzeker.

57183

II. BYVOEGZEL. 57183⅓ *Toiſes* deedt tellen voor een Graad, daar 't, gelyk naderhand bleek, ſlegts 57074⅔ wezen moeſt. Yder vergelyking genoegzaam van twee onderſcheiden Meetingen met elkander; geeft verſchillende Evenredigheden. Het deel, 't welk de As der Aarde korter is dan derzelver Middellyn, bedraagt volgens de uitkomſten dier vergelykingen, van $\frac{1}{171}$ tot $\frac{1}{305}$. NEWTON hadt het, gelyk gezegd is, door enkel redeneering op $\frac{1}{230}$ bepaald.

En de Regelmaatigheid der Graaden en Middagcirkels nog onbeſliſt. Schoon dan de Klootronde form der Aarde, ronder onder den Evenaar, en by de Aspunten platter, als onwrikbaar door daadelyke Meetingen beweezen, geen twyffel meer lydt; de juiſte hoeveelheid egter van die Platting, de Evenredigheid tuſſchen As en Middellyn, de nette Maat van 't agtereenvolgend aanwaſſen der Graaden, en de waare langte van yder Graad des Middagcirkels op yder gegeeven Breedte, blyven tot nog toe onbeſliſt. Hoewel de Aardbol zekerlyk geen ongelykformig en ongeſchikt Lighaam zy, zonder eenige eenpaarigheid en regelmaatigheid van Gedaante, ſchynt men egter geen

ge-

genoegzaamen Grond te hebben om te durven verzekeren, dat alle deſzelfs Middagcirkels elkanderen volmaakt gelyk en van ééne zelfde *Figuur* zyn; noch ook, dat derzelver kromtens volgens een vaſten en eenparigen Regel toe en afneemen. Hoe waarſchynlyk ook de gelykformigheid zy der Middagcirkels, derzelver redenen komen egter den Heer DE LA CONDAMINE zoo overtuigend niet voor, dat men 'er niet nog eeniger maate aan zou mogen twyffelen. Laat ons ten minſten, zegt hy, eer wy de volſtrekte Regelmaatigheid van de Gedaante der Aarde vaſtſtellen, wagten, dat de volkomen gelykheid der langte van den Sekonden-Slinger in alle plaatzen, op dezelfde Breedte geleegen, door Proefneemingen, die tot nog toe niet gedaan zyn, geſtaafd zy. Laat ons wagten, dat het regelmaatig aanwaſſen der Graaden door Meetingen aangeweezen worde, die op ver van elkander gelegen Boogen, dog alle op denzelfden Middagcirkel, gedaan zyn; eer wy 't Beſluit uitſpreeken, dat de Middagcirkel niets onregelmaatigs niets ongelykformigs in

II. BY-VOEG-ZEL.

II. BYVOEGSEL.

in zyn beloop en kromte heeft. De Boogen, in *Lapland*, *Frankryk*, en *Peru* gemeeten, zyn wel ver van Boogen te zyn van eenen zelfden Middagcirkel, en geen twee Proefneemingen weet men, welke op plaatzen, die in lengte Ooſt of Weſtwaarts verſchilden, dog op dezelfde Breedte lagen, genomen zyn. Laat ons dan te vreden zyn, dat wy nu weeten, dat de omtrek der Aarde minder rond is by de Aspunten, dan onder den Evenaar; dewyl en Redeneering en dadelyke Meeting zamenſpannen om 't ons te doen gelooven; maar laat ons aan den tyd en herhaalde Waarneemingen overlaaten, de Regelmaatigheid van die kromte, en derzelver waare Maat te bepaalen.

Meetingen van DE LA CAILLE aan de Kaap.

De gedagten van den Heer DE LA CONDAMINE (*) over de Onregelmaatigheid der Middagcirkels, ſcheenen niet lang daar na begunſtigd te worden door de Meetingen van den Heer DE LA CAILLE. In 't jaar 1750 naar Kaap *de Goede Hoop* gereisd om 'er

(*) DE LA CONDAMINE. *Meſure des trois prémiers degrés du Meridien.*

'er Starrekundige waarneemingen te doen, mat hy 'er op de gewoone wys, door middel van Driehoeken en een Grondlyn van 6467 *Toiſes*, een Boog van 1 Gr. 13 Min. 17 Sek. Volgens zyn berekening bedroeg een Graad des Middagcirkels, op die Zuiderbreedte van 33 Graaden 18 Minuuten, 57037 *Toiſes*. Deze langte, merkelyk grooter dan die van een Graad onder den Evenaar, en kleinder dan dezelve bevonden was by de Aspuntkringen, bekragtigde nogmaals het reeds overal erkende gevoelen eener Knolronde aarde: dog teffens merkelyk grooter zynde dan de Heer DE LA CAILLE denzelven uit vergelyking der Meetingen in *Frankryk* verwagtte, ſcheen zy het vermoeden te begunſtigen, dat alle Middagcirkels der Aarde mogelyk in kromte niet gelykvormig aan elkander waren, en derzelver Graaden niet regelmaatig af of toe namen (*). II. BYVOEGZEL.

Van

(*) Zie hier over, het *Berigt van de Reize door den Heer Abt* DE LA CAILLE *gedaan naar de Kaap de Goede Hoop*, in de *Uitgezogte Verhandelingen* het I. Deel bladz. 353.

II. BYVOEGZEL.

Nieuwe Meetingen in Italie.

Van gelyken uitſlag waren ook eindelyk de Meetingen, zedert op laſt van Paus BENEDICTUS XIV. in *Italie* ondernomen. De Vaders MAIRE en BOSCOVICH een Boog des Middagcirkels van 2 Gr. 9 Min. 47 Sek. tuſſchen St. PIETERS Kerk te *Romen* en *Rimini* begreepen, door middel van 8 Driehoeken op zoo veele Bergen, en twee Grondlynen van 6139½ en 6037⅚ *Thiſes* aan beide uiteinden van dien Boog, gemeeten hebbende, bevonden, dat een Graad des Middagcirkels, op die breedte van omtrent 43 Graaden, in *Italie*, 56979 *Toiſes* bedroeg. In *Frankryk* was, gelyk voorheen gezegd is, op die zelfde Breedte de Graad des Middagcirkels 57048, dat is 69 *Toiſes* langer, bevonden.

Ik zal dit Byvoegzel eindigen, met onze Landsgenooten het leezen van des Heeren LULOFS *Natuur- en Wiskundige Beſchouwing des Aardkloots*, tot nader Opheldering van zommige zaaken en breeder Berigt van anderen, aan te beveelen.

Einde van het Tweede Deels, Eerſte Stukje.